



Universidad Científica del Perú - UCP
*Registrado en el Asiento N° A00010 de la Partida N° 11000318, Personas Jurídicas de Iquitos,
Superintendencia de los Registros Públicos - SUNARP*

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS

**“DIAGNÓSTICO DE PATOLOGÍAS Y SU INCIDENCIA EN UNA
PROPUESTA DE MANTENIMIENTO DEL PUENTE PICOTA,
PROVINCIA DE PICOTA, DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN -
2019”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

ASESOR:

M. Sc. Ing° Joel Padilla Maldonado

AUTORES:

ARROBAS ARTEAGA, María Elizabeth

GUTIERREZ HURTADO, Frank Anderson

TARAPOTO – PERÚ

2020

DEDICATORIA

Lleno de regocijo, dedico este esfuerzo a Dios, a mis padres y a cada uno de mis seres queridos por confiar en mí siempre en el logro de mis objetivos y metas trazadas, superando las adversidades y venciendo mis temores.

Frank Anderson Gutierrez Hurtado

Dedico este Proyecto a Dios, por bendecirme grandemente y guiarme por el buen camino, dándome fuerzas para seguir adelante a pesar de las adversidades.

A mi familia por el amor y confianza en mi capacidad, apoyarme en mis metas trazadas de manera incondicional y dándome fuerza para superar las dificultades.

A mis amigos, que siempre estuvieron presentes en el momento que más lo necesité, dándome su apoyo y fortaleza para lograr juntos nuestras metas.

María Elizabeth Arrobas Arteaga

AGRADECIMIENTO

Mi más profundo agradecimiento a mis padres: Walter Gutierrez y Luz Hurtado por su amor y dedicación hacia mi persona incondicionalmente, por sus apoyo constante y cuidado desde que nací, por haberme brindado un hogar con principios y valores que son pilares fundamentales de mi vida.

A todos mis amigos, docentes y todo aquel que nos ha brindado su apoyo de alguna manera, haciendo posible este anhelado Proyecto.

Frank Anderson Gutierrez Hurtado

Agradecimiento a mis padres: María Elita Arteaga y Imerio Arrobas por darme la vida, amor, dedicación y apoyo durante este proceso.

A mi abuelita por darme los mejores consejos y enseñanzas motivándome constantemente para alcanzar mis anhelos.

A todos mis amigos, docentes y todo aquel que nos ha brindado su apoyo para hacer posible este anhelado Proyecto.

Agradecimiento especial al M.Sc. Ing. Caleb Ríos Vargas por su tiempo y conocimientos compartidos para hacer posible este proyecto.

María Elizabeth Arrobas Arteaga

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP

El presidente del Comité de Ética de la Universidad Científica del Perú - UCP

Hace constar que:

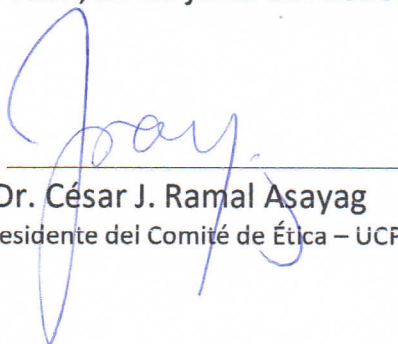
La Tesis titulada:

**"DIAGNÓSTICO DE PATOLOGÍAS Y SU INCIDENCIA EN UNA PROPUESTA DE
MANTENIMIENTO DEL PUENTE PICOTA, PROVINCIA DE PICOTA,
DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN - 2019"**

De los alumnos: **MARÍA ELIZABETH ARROBAS ARTEAGA Y FRANK ANDERSON
GUTIERREZ HURTADO**, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó
satisfactoriamente la revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje
de **13% de plagio**.

Se expide la presente, a solicitud de la parte interesada para los fines que
estime conveniente.

San Juan, 26 de junio del 2020.



Dr. César J. Ramal Asayag
Presidente del Comité de Ética – UCP

Urkund Analysis Result

Analysed Document: UCP_INGENIERÍA
CIVIL_2020_TESIS_MARÍAARROBAS_FRANKGUTIERREZ_V1.pdf
(D75624870)

Submitted: 6/25/2020 6:32:00 PM

Submitted By: revision.antiplagio@ucp.edu.pe

Significance: 13 %

Sources included in the report:

15168--Arias Flores, Edwin Zenón.pdf (D54645739)
TESIS - MERA VIVAS KELVIN.docx (D36569712)
UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE.docx (D29570871)
<https://www.slideshare.net/EfrnAnda/tesis-evaluacin-de-concreto-en-el-puente>
https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/otras/GUIA%20PARA%20INSPECCION%20DE%20PUENTES.pdf
https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/10564/T055_09754135_T.pdf?sequence=1

Instances where selected sources appear:

15

“Año de la Universalización de la Salud”
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

**FACULTAD DE
CIENCIAS E
INGENIERÍA**

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

Con Resolución Decanal N° 954-2019-UCP-FCEI del 03 de diciembre de 2019, la FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP designa como Jurado Evaluador de la sustentación de tesis a los señores:

- | | |
|--|------------|
| • Ing. Luis Paredes Aguilar, M. Sc. | Presidente |
| • Ing. Caleb Ríos Vargas, M.Sc. | Miembro |
| • Ing. Enrique Napoleón Martínez Quiroz, M.Sc. | Miembro |

Como Asesor: Ing. Joel Padilla Maldonado, M. Sc.

En la ciudad de Tarapoto, siendo las 18 horas del día 06 de Julio del 2020, modo virtual con la plataforma del ZOOM, supervisado en línea por la Secretaria Académica de la Facultad y el Director de Gestión Universitaria de la Filial Tarapoto de la Universidad, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa de la Tesis: **“DIAGNÓSTICO DE PATOLOGÍAS Y SU INCIDENCIA EN UNA PROPUESTA DE MANTENIMIENTO DEL PUENTE PICOTA, PROVINCIA DE PICOTA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN - 2019”**.

Presentado por los sustentantes:

MARÍA ELIZABETH ARROBAS ARTEAGA

y

FRANK ANDERSON GUTIERREZ HURTADO

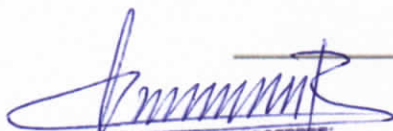
Como requisito para optar el título profesional de: **INGENIERO CIVIL**

Luego de escuchar la sustentación y formuladas las preguntas las que fueron: **ABSUELTAS**.

El Jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión:

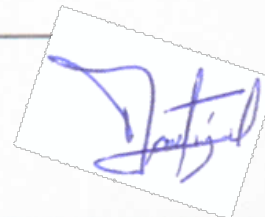
La sustentación es: **APROBADA POR MAYORIA (QUINCE)**.

En fe de lo cual los miembros del Jurado firman el acta.


M. Sc. Ing° Caleb Ríos Vargas
INGENIERO CIVIL
REG CIP N° 65035

Miembro

Presidente



Miembro

APROBACIÓN

Tesis sustentada en acto público el día 06 de julio a las 06:00 PM del 2020



M. Sc. LUIS PAREDES AGUILAR
PRESIDENTE DEL JURADO



M. Sc. ING. CALEB RIOS VARGAS
MIEMBRO DEL JURADO



M. Sc. ING. ENRIQUE NAPOLEÓN MARTÍNEZ QUIROZ
MIEMBRO DEL JURADO



M. Sc. ING. JOEL PADILLA MALDONADO
ASESOR

ÍNDICE

CARATULA.....	1
DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
INDICE.....	4
RESUMEN.....	8
ABSTRAC	9
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	10
1.1. TÍTULO	10
1.2. ÁREA Y LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	10
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	10
1.4. PROBLEMA GENERAL.....	12
1.5. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	12
1.6. OBJETIVO GENERAL	12
1.7. Objetivos Específicos.....	13
1.8. Antecedentes del estudio	13
1.9. BASES TEÓRICAS.....	16
1.10. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	40
1.11. HIPÓTESIS	43
1.12. VARIABLES	43
CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS.....	44
2.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	44
2.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	44
2.3. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS, PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	45
2.4. PROCESAMIENTO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS.	46
CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	46
3.1. RESULTADOS:.....	46
3.1.1. Resultados.....	46
3.1.2. Inspección de campo: Toma de Datos	47
3.1.3. Descripción de los elementos	48
3.1.4. Condición general de los elementos – Condición de campo.....	49
3.1.5. CONDICIÓN GENERAL DEL PUENTE	67

3.1.6. RESUMEN DE PATOLOGÍAS POR ELEMENTO Y GRADO DE SEVERIDAD.....	69
3.1.7. FRECUENCIA DE PATOLOGÍAS.....	71
3.1.8. Frecuencia de patologías y porcentaje de afectación.....	73
3.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	74
3.2.1. EVALUACIÓN DEL PUENTE PICOTA.....	84
3.2.2. CONDICIÓN ESTADÍSTICA DE UN ELEMENTO.....	84
3.2.3. CONDICIÓN ESTADÍSTICA DEL PUENTE – CONDICIÓN GENERAL DEL PUENTE.....	93
3.2.4. PROPUESTA DE MANTENIMIENTO.....	96
CAPITULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	97
4.1. CONCLUSIONES:.....	97
4.2. RECOMENDACIONES:.....	99
CAPITULO V: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	101
CAPÍTULO VI: ANEXOS.....	103

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Causas de deterioro de las obras	17
Ilustración 2: Puentes Isostáticos.....	19
Ilustración 3: Puentes Hiperestáticos.....	20
Ilustración 4: Partes de un Puente	21
Ilustración 5: Fractura en Losa de Plataforma Puente San Sebastian México.....	22
Ilustración 6: Aplastamiento en Pilares de Puente Laureano Gómez España	22
Ilustración 7: Desconchamiento losa de acercamiento Distribuidor vial de Cuernavaca México.....	23
Ilustración 8: Corte por Panzonamiento en cimentación.....	23
Ilustración 9: Eflorescencia en pilares y plataforma del puente Av. del Mediterraneo Calle 30	24
Ilustración 10: Cambio de Color del concreto en pilares y plataforma del puente Av. del Mediterraneo Calle 30 Madrid	24
Ilustración 11: Segregación en Losa Armada.....	25
Ilustración 12: Cambio de Color del concreto en pilares y plataforma del puente Av. del Mediterraneo Calle 30 Madrid	25
Ilustración 13: Deformación de la Plataforma del Puente sobre el Rio Quilca	26
Ilustración 14: Oquedades en Columnas.....	26
Ilustración 15: Deflexión en plataforma de puente	27
Ilustración 16: Ensayo con indicador Fenoltaleina	31
Ilustración 17: Ensayo con Indicador de Colorimétrico	32
Ilustración 18: Uso de Esclerómetro	32
Ilustración 19: Mapa departamento San Martín.....	44
Ilustración 20: Mapa Ubicación Puente Picota	44
Ilustración 21: Diagrama de Barras Patología Grado 1	71
Ilustración 22: Diagrama de Barras Patología Grado 2.....	71
Ilustración 23: Diagrama de Barras Patología Grado 3.....	72
Ilustración 24: Diagrama de Barras Patología Grado 4.....	72
Ilustración 25: Distribución de afectación en % del elemento Capa Asfáltica	75
Ilustración 26: Distribución de afectación en % del elemento Cables Principales.....	75
Ilustración 27: Distribución de afectación en % del elemento Losa de Concreto	76
Ilustración 28: Distribución de afectación en % de los elementos Pilares	76
Ilustración 29: Distribución de afectación en % de los elementos Losa de Concreto	77
Ilustración 30: Distribución de afectación en % de los elementos Vigas Principales	77
Ilustración 31: Distribución de afectación en % de los elementos Parapetos.....	78
Ilustración 32: Distribución de afectación en % de los elementos Planchas Desl.	78
Ilustración 33: Distribución de afectación en % de los elementos Torres de Acero	79
Ilustración 34: Distribución de afectación en % de los elementos Péndolas	79
Ilustración 35: Distribución de afectación en % de los elementos Guardavías	80
Ilustración 36: Distribución de afectación en % de los elementos Márgenes de Río	80
Ilustración 37: Distribución de afectación en % de los elementos Muro	81
Ilustración 38: Distribución de afectación en % de los elementos Arriostres.....	81
Ilustración 39: Distribución de afectación en % de los elementos Vigas de Rigidez.....	82
Ilustración 40: Distribución de afectación en % de los elementos Vigas Transv.....	82
Ilustración 41: Distribución de afectación en % de los elementos Veredas de Conc.	83
Ilustración 42: Condición Estadística del Elemento.....	94
Ilustración 43: Factor de Importancia de los Elementos del Puente	95
Ilustración 44: Contribución del Elemento del Puente.....	95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Origen del daño.....	28
Tabla 2: Condición del Puente Picota.....	46
Tabla 3: Toma de datos – Inspección de campo.....	47
Tabla 4: Descripción de los elementos – Inspección de campo	48
Tabla 5: Capa Asfalto Condición de campo	49
Tabla 6: Cables Principales de Acero Condición de campo	50
Tabla 7: Losa de Concreto Armado (Longitudinal) Condición de campo	51
Tabla 8: Elevación de Pilares Concreto Armado Condición de campo.....	52
Tabla 9: Losa de Concreto Armado(Refuerzo Transversal) Condición de campo	53
Tabla 10: Viga Principal de Concreto Armado Condición de campo	54
Tabla 11: Parapeto de Concreto Armado Condición de campo.....	55
Tabla 12: Planchas Deslizantes Condición de campo	56
Tabla 13: Torres de Acero Condición de campo	57
Tabla 14: Péndolas de Acero con Sockets Condición de campo	58
Tabla 15: Guardavías Condición de campo	59
Tabla 16: Márgenes de Rio Condición de campo.....	60
Tabla 17: Muro con Contrafuerte Condición de campo.....	61
Tabla 18: Arriostres de Acero Condición de campo	62
Tabla 19: Vigas de Rigidez Condición de campo.....	63
Tabla 20: Vigas Transversales de Acero Condición de campo.....	64
Tabla 21: Veredas de Concreto Condición de campo.....	65
Tabla 22: Condición General del Elemento Evaluado y Condición Estadística del Puente	67
Tabla 23: Patologías encontradas en los elementos según grado de severidad	69
Tabla 24: Frecuencia de Patologías y Porcentaje de afectación	73
Tabla 25: Resumen de Elementos de Puente	74
Tabla 26: Porcentaje de Evaluación de Campo de Cada Elemento del Puente	85
Tabla 27: Ajuste según porcentaje umbral ($\% \text{campo} * 100 / \text{umbral}$. Porcentaje ajustados de la condición para cada elemento.	87
Tabla 28: Suma por elemento comenzando por la condición 5 hasta que la suma exceda de 100% Suma de porcentajes ajustados de la condición para cada elemento	88
Tabla 29: Nivel de la Condición	89
Tabla 30: Suma por elemento comenzando por la condición 5 hasta que la suma exceda de 100% Suma de porcentajes ajustados de la condición para cada elemento	90
Tabla 31: REAJUSTE DE VALORES HASTA SUMAR 100% DESDE LA CONDICIÓN MAS DESFAVORABLE Porcentajes , según ajuste final, de la condición para cada elemento	91
Tabla 32: CONDICIÓN ESTADÍSTICA DE CADA ELEMENTO, UTILIZANDO EL QUINTO MOMENTO Valor a nivel de condición a la quinta por el porcentaje reajustado.....	92
Tabla 33: Condición Estadística General del Puente	93
Tabla 34: Calificación y Rango de Condición	94

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo central, determinar la incidencia del diagnóstico de patologías en una propuesta de mantenimiento del puente Picota, provincia de Picota, departamento de San Martín, como se tiene conocimiento en nuestro país no existía la cultura del mantenimiento de estructuras, solo construcción y ahí quedaba el tema, pero de un tiempo a esta parte se han incluido en los planes de los ministerios, gobiernos regionales y municipales el componente de mantenimientos de puentes.

Entre otras, llegaron a las siguientes conclusiones:

La patología más predominante en grado de severidad fue en el elemento Elevación de Pilares de Concreto Armado con mayor contribución estadística de 2.57, donde el 80% presenta eflorescencia, el 8% desgaste por efecto de intemperismo, el 2% fisuras < 1.5 mm y el 10% socavación.

Analizando los grados de deterioro de los elementos inspeccionados se concluyó, que la condición estadística del puente Picota es 3.16, encontrándose en Mala Condición, por lo que se requiere una intervención de mantenimiento con suma urgencia.

Palabras claves: Patologías, mantenimiento de puentes.

ABSTRAC

The main objective of this research work was to determine the incidence of pathology diagnosis in a maintenance proposal for the Picota bridge, Picota province, department of San Martín, as it is known in our country, there was no culture for the maintenance of structures , only construction and that was the issue, but for a while now, the component of bridge maintenance has been included in the plans of the ministries, regional and municipal governments.

Among others, they reached the following conclusions:

The most predominant pathology in degree of severity was the element Elevation of Reinforced Concrete Pillars with the highest statistical contribution of 2.57, where 80% presented efflorescence, 8% wear due to the effect of weathering, 2% cracks <1.5 mm and 10 % undercut.

Analyzing the degrees of deterioration of the inspected elements, it was concluded that the statistical condition of the Picota bridge is 3.16, being in Bad Condition, for which a maintenance intervention with extreme urgency is required.

Key words: Pathologies, bridge maintenance.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. TÍTULO

“DIAGNÓSTICO DE PATOLOGÍAS Y SU INCIDENCIA EN UNA PROPUESTA DE MANTENIMIENTO DEL PUENTE PICOTA, PROVINCIA DE PICOTA, DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN - 2019”

1.2. ÁREA Y LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Área:

Construcción

Línea:

Puentes

1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Según, (De León y Honorato. 2014), actualmente la durabilidad ha empezado a estudiarse con algún detalle debido a que, al conocerse mejor el efecto del intemperismo, el ataque químico, la abrasión o cualquier otro proceso que deteriora la estructura y reduce su capacidad de carga, ha sido posible proponer planteamientos que predicen de manera más realista dicho deterioro y protegen mejor la estructura. En los últimos veinte años el término “durabilidad” se ha estado escuchando con más frecuencia en la rama de la ingeniería civil. Países industrializados como los EEUU y algunos en Europa (España, Francia, Gran Bretaña, etc.), al igual que Japón, han tomado a la durabilidad como un tema de gran importancia, invirtiendo sumas millonarias en estudios de investigación para proteger sus construcciones, mientras que en México solo se ha realizado investigación para instalaciones marinas y fuera de la costa.

Según, (Pecho, Yonel. 2017), Las diferentes estructuras que hacen parte de una red vial, como son los puentes, ya sea nacional, regional o local, deben estar administradas por un ente que posea un proceso fácil, eficiente y dinámico para la evaluación de las necesidades de mantenimiento,

rehabilitación, reconstrucción y construcción. En el mundo se ha dado importancia a los sistemas de administración de puentes por ser estas estructuras prioritarias dentro de la red vial y cada vez más países cuentan con un sistema que se ajusta a las necesidades; con el ánimo de conocer el estado de los puentes existentes en la red Nacional, el Ministerio de Transportes, comunicación, vivienda y construcción (MTC), a través del Proyecto Especial de Rehabilitación de Transporte (PERT) que efectúa con asistencia del Banco Mundial, convocó al concurso CMI 11-94-MTC/15.03 para el desarrollo del ESTUDIO GENERAL DE PUENTES con el fin de tener un programa global de acciones para puentes, así como el establecimiento de un Sistema de Administración de Puentes (SCAP), lo cual hasta la fecha no se cuenta con un sistema de gestión en desarrollo, el cual limita el desempeño y la durabilidad de las estructuras en el conjunto de puentes a lo largo de la Red vial Nacional.

Lógicamente cuando hablamos de conservación y mantenimiento tenemos que hablar también de patologías. Las situaciones que se presentan en los procesos patológicos son muy variadas y también lo son las ciencias y técnicas disponibles para estudiar las causas, medir la gravedad de los daños, establecer el diagnóstico, fijar la posible necesidad de rehabilitación y refuerzo y proyectar realizar esas operaciones.

Especialmente a la hora de definir las operaciones necesarias para devolver a la estructura su estado inicial para la que fue proyectada, es muy importante tener ciertas nociones del origen de los daños. Los costos aumentan de forma exponencial pasando de un mantenimiento meramente preventivo a un mantenimiento correctivo. Se podría evitar llegar a un caso extremo como el colapso de un puente con una reparación o refuerzo a tiempo, previo diagnóstico por un experto en estructuras, ahorrando dinero y muchas molestias a los usuarios de la infraestructura.

En el año de 1984, en el segundo gobierno del Arq. Fernando Belaunde Terry se empieza la construcción del puente Picota, un puente colgante de $L = 220\text{m}$, hasta la fecha ha transcurrido 35 años

aproximadamente, periodo en el cual no se ha realizado un mantenimiento adecuado, por lo que observamos numerosos daños en su infraestructura, llámese estiramientos en los torones, socavaciones en los estribos, deterioro en la superficie de rodadura, entre otros. Esto sin duda pone en alerta a las entidades encargadas de su evaluación y mantenimiento ya que en cualquier momento podría presentarse problemas estructurales y por consiguiente se vería limitado el tráfico, afectando a las poblaciones beneficiarias de los valles del Ponaza y Biavo.

Existen numerosas causas por las cuales se presentan estas patologías, que, sin duda en el corto, mediano y largo plazo, estarán afectando a la superestructura e infraestructura del puente, pudiendo generar hasta el colapso de la misma.

1.4. PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es la incidencia del diagnóstico de patologías en una propuesta de mantenimiento del puente Picota, provincia de Picota, departamento de San Martín – 2019?

1.5. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cómo realizaremos el diagnóstico de patologías en el puente Picota, provincia de Picota, departamento de San Martín - 2019?
- ¿Cómo se planteará la propuesta de mantenimiento del puente Picota, provincia de Picota, departamento de San Martín – 2019?

1.6. OBJETIVO GENERAL

Determinar la incidencia del diagnóstico de patologías en una propuesta de mantenimiento del puente Picota, provincia de Picota, departamento de San Martín – 2019.

1.7. Objetivos Específicos

- Realizar el diagnóstico de patologías en el puente Picota, provincia de Picota, departamento de San Martín – 2019.
- Plantear la propuesta de mantenimiento del puente Picota, provincia de Picota, departamento de San Martín – 2019.

1.8. Antecedentes del estudio

ANTECEDENTES INTERNACIONALES:

MARIA FERNANDA SERPA IRIARTE y LINA MARIA SAMPER PERTUZ. En su trabajo de investigación titulado: **“EVALUACIÓN, DIAGNÓSTICO, PATOLOGÍA Y PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DEL PUENTE SOBRE EL CAÑO EL ZAPATERO A LA ENTRADA DE LA ESCUELA NAVAL ALMIRANTE PADILLA - 2014”**, CARTAGENA D.T y C, quienes llegaron entre otras a las siguientes conclusiones:

- El desarrollo de la presente investigación ha logrado identificar cada patología presente en el puente sobre el caño “El Zapatero” al frente de la escuela naval Almirante Padilla de Cartagena de Indias, dato que hasta la presente era de suma importancia para mostrar detalladamente las condiciones físicas de la estructura. Siguiendo la metodología propuesta en el inicio del proyecto y en estudios previos, se logró localizar y caracterizar las enfermedades que fustigan el puente y que colocan en tela de juicio su estabilidad a futuro. A partir de estas metas, se logró valorar el estado actual de la estructura en mención y presentar un dictamen formal de la necesidad de implementar medidas de mitigación ante eventos no previstos. Los autores consideran importante y gratificante los resultados observados ya que pueden servir como base en un futuro para una posible intervención del puente.
- El puente ubicado sobre el caño “El Zapatero” frente a la escuela naval Almirante Padilla a sus 18 años de edad se encuentra en buen estado,

debido a la alta calidad en diseño, materiales y el cumplimiento estricto de las normas especificadas para su construcción. Los autores consideran que los problemas y patologías que presenta son por falta de mantenimiento y en algunos casos como el de la iluminación por descuido o víctima del mal uso y robo por parte de habitantes de la zona.

JAVIER MARTINEZ CAÑAMARES. En su trabajo de investigación titulado: **“SISTEMAS DE GESTIÓN DE PUENTES OPTIMIZACIÓN DE ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO - 2016”**, MADRID, quien llegó entre otras a las siguientes conclusiones:

- Se ha realizado un minucioso estudio del estado del arte con la identificación, análisis y definición pormenorizada de las diferentes herramientas de gestión de puentes existentes, extrayendo una idea clara del estado actual, los avances conseguidos por la ciencia y la acotación de las tareas pendientes dentro de la materia de los sistemas de gestión de puentes.
- Establecimiento de un planteamiento de planificación y formato de inspección de puentes específico y adaptable a las particularidades de la red gestionada, que, de manera homogénea y sistematizada, establecen el inventariado y determinación del estado de cada una de las estructuras de manera relativa al conjunto de la red, mediante la realización de inspecciones.
- Desarrollo de un modelo de predicción de evolución del deterioro, conocido el estado de condición de cada puente, justificando el óptimo ajuste mediante un método envolvente combinado de modelos empírico-deterministas y modelos markovianos, como una buena herramienta para la determinación de la evolución del deterioro, con una componente aleatoria y otra más adaptable a tendencias y estudios de sensibilidad a partir de la observación de nuestros puentes, que son modelos a escala 1:1 sobre los que podemos obtener una gran cantidad de información totalmente indiscutible. Se ajusta el modelo propuesto partiendo de los datos obtenidos de las propias inspecciones y de las acciones de

conservación y mantenimiento llevadas a cabo entre dos fases de seguimiento.

ANTECEDENTES NACIONALES:

LUZ FIORELA FARFÁN CASTILLO. En su trabajo de investigación titulado: **“EVALUACIÓN Y DETERMINACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS EN LA ESTRUCTURA DEL PUENTE SULLANA RUTA PE-01N KM. 2+107, PROVINCIA DE SULLANA, DEPARTAMENTO DE PIURA”- 2018**. **PIURA – PERÚ 2018**, quien llegó entre otras a las siguientes conclusiones:

- Se evaluó y determinó las patologías que se presentan en todos los elementos del Puente Sullana, clasificando a cada elemento en grados de deterioro en niveles del 01 – 04.
- Las patologías que se encontraron en los elementos del puente son: Eflorescencia, Abrasión Superficial, Rajaduras, Desprendimientos de Concreto, Corrosión, Intemperismo, desintegración de la Capa de asfalto, Delaminación, Desprendimiento de Juntas de acero.
- El nivel de severidad patológico predominante en el puente es el Desprendimiento de concreto con Corrosión severa de las armaduras.
- El elemento que presenta mayor deterioro es la losa de concreto armado su condición estadística es de 2.63 y por ser su factor de importancia 1 de mayor rango es determinante para la condición estadística del puente. Cabe indicar que uno de sus rangos se encuentra en Grado 04 y de acuerdo al reglamento del SCAP donde indica que vasta que un % del elemento evaluado este en Grado 04, califica al elemento en mal estado.

YERSON BAZAN LUDEÑA. En su trabajo de investigación titulado: **“FALLAS ESTRUCTURALES DEL PUENTE CHACARUME, CELENDÍN; SEGÚN LA DIRECTIVA N° 01-2006-MTC/14, DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES”.** CAJAMARCA 2014, quien llegó entre otras a las siguientes conclusiones:

Se consiguió evaluar las fallas estructurales del puente Chacarume Celendín, según las directivas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Al evaluar la superestructura del puente, encontramos fallas funcionales en la losa del tablero, así como deterioro de la misma.

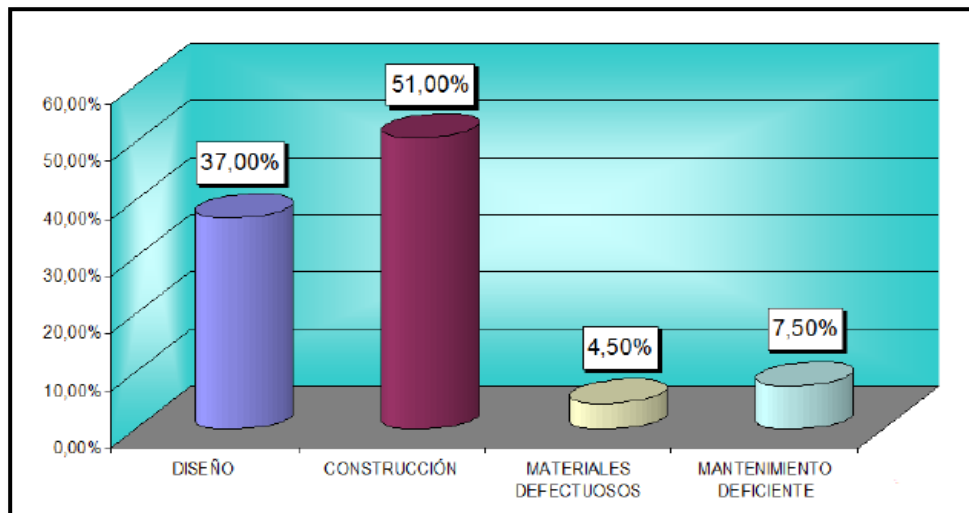
- En la losa del puente observamos leves fisuras en algunas zonas, este tipo de fallas son del tipo funcional no estructural, por lo que la solución consiste básicamente en un resarcimiento superficial del concreto, previa limpieza general del puente.
- En la parte inferior de la losa se observa corrosión del acero, eflorescencia y descascaramiento del concreto ubicada en la parte central y lateral de la losa, por lo que la solución consiste en una reparación del concreto y del acero de las zonas afectadas.
- El tablero no presenta deformaciones, pero el desnivel entre la rasante de la vía y la losa del puente, hace que este falle funcionalmente, debido a que la transición entre la vía y el puente no es suave.

1.9. BASES TEÓRICAS

ORIGEN DE LAS CAUSAS DE DETERIORO DE LAS OBRAS

Las estructuras de hormigón pueden estar sujetas a múltiples causas de potenciales daños y deterioros. Después de una inspección especializada para determinar el origen y las causas últimas del deterioro de la estructura, se debe definir una estrategia adecuada de reparación.

Ilustración 1: Causas de deterioro de las obras



Fuente: Pattersonazaz

La selección de los materiales de reparación se debe hacer de acuerdo a la Norma EN-1504 y su aplicación debe realizarse de acuerdo a las instrucciones del fabricante.

Cuando se realizan inspecciones en el hormigón después de un cierto tiempo de vida de este, puede considerarse un material duradero. De hecho, si está situado en unas condiciones adecuadas, el hormigón, mejora con el tiempo; su resistencia va creciendo gradualmente, aunque a una velocidad menor que al principio; su porosidad irá disminuyendo a la misma velocidad que aumenta la resistencia. Sin embargo, debido a una serie de factores, el hormigón expuesto presentará una serie de factores de deterioro, y de aquí surge la necesidad de la reparación de la estructura de hormigón.

DEFINICIÓN DE PATOLOGÍA ESTRUCTURAL

Estudio del comportamiento de las estructuras cuando presentan evidencias de fallas o comportamiento defectuoso (enfermedad), investigando sus causas y planteando medidas correctivas para recuperar las condiciones de seguridad en el funcionamiento de la estructura.

El concreto puede sufrir, durante su vida, defectos o daños que alteran su estructura interna y comportamiento. Algunos pueden ser congénitos por estar presentes desde su concepción y/o construcción; otros pueden haberlo

atacado durante alguna etapa de su vida útil; y otros pueden ser consecuencia de accidentes. Los síntomas que indican que se está produciendo daño en la estructura incluyen manchas, cambios de color, hinchamientos, fisuras, pérdidas de masa u otros. (Rivva, 2006)

Debido a que las estructuras de concreto simple o reforzado están expuestas, no solamente a la acción mecánica de las cargas de servicio; sino también, a otros factores que tienden a deteriorarlas y destruirlas como: acciones físicas (cambios bruscos de temperatura y humedad); algunas veces a agresiones de carácter químico o biológico; y eventualmente a otras acciones mecánicas, se hace indispensable profundizar en el diseño, especificaciones de la mezcla de concreto, métodos de protección, curado y en los procedimientos de inspección y mantenimiento de las estructuras. (Sánchez De Guzmán, 2006).

DURABILIDAD DE LAS ESTRUCTURAS DE CONCRETO

El atributo de una estructura de conservar la cualidad de seguridad, resistencia, rigidez y estabilidad, durante toda su vida útil se denomina durabilidad. En otras palabras, la durabilidad es la habilidad que posee una estructura para resistir agresiones físicas, químicas, biológicas y de los agentes atmosféricos conservando su integridad a través del tiempo, asegurando con ellos que no se alcance ningún estado límite dentro de la vida útil prevista, como consecuencia de eventuales deterioros prematuros. Una estructura es durable si ha tenido un diseño, construcción y conservación adecuados.

Ahora bien, en un contexto más amplio, el atributo de durabilidad va mucho más allá que la sola habilidad para resistir el deterioro. (Treviño, 1998)

PROCESO PATOLÓGICO

En las estructuras las fallas o defectos se ponen de manifiesto, con la aparición de una serie de señales o de cambios de aspecto, ante estos síntomas y previa investigación de sus causas el técnico patólogo

estructural, debe establecer un diagnóstico de enfermedad que sufre la estructura.

PUENTES

Un puente es una obra de arte con la que se salva un obstáculo, dando continuidad a una vía conectando dos puntos, los obstáculos a salvar pueden ser otra vía, ya sea carretable o férrea. Una corriente de agua o una depresión del terreno.

Los puentes se construyen con el fin de permitir la circulación de personas, vehículos, trenes y líquidos.

Puentes Isostáticos

Son las estructuras en las cuales el tablero son estáticamente independientes de los entre tableros y en lo concerniente a flexión para los apoyos.

Ilustración 2: Puentes Isostáticos



Fuente: pacadar.es

Puentes Hiperestáticos

Son aquellos puentes que, aunque los tableros son independientes uno de otros desde el punto de vista estático existe alguna relación de dependencia con los apoyos.

Ilustración 3: Puentes Hiperestáticos



Fuente: pacadar.es

PARTES DE UN PUENTE

Subestructura

La subestructura sirve de apoyo a la superestructura, está conformada por la cimentación, los estribos y las pilas.

Cimentación

Encargada de transmitir al suelo de fundación las cargas propias de la subestructura, de la superestructura y de las cargas que operan sobre el puente esta puede ser superficial o profunda, superficial como zapatas de

concreto reforzado o profundas como Caisson o pilotes de concreto reforzado ya sea hincados (pilotes), fundidos in situ (pilotes y Caisson).

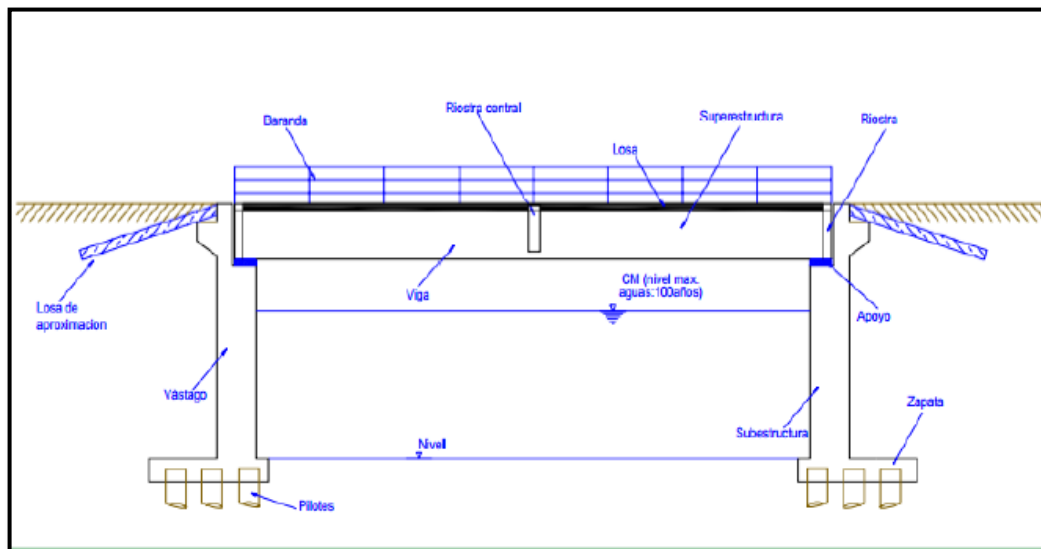
Estribos

Son las estructuras ubicadas en los extremos de los puentes (accesos) y soportan la superestructura, además sirven para contención de los terraplenes.

Superestructura

Es la parte del puente que recibe directamente la carga viva. Su posición relativa con respecto a la subestructura es variable, pudiendo ser superior intermedia o inferior. **(Fajardo Niño & Viasús Pérez, 2007).**

Ilustración 4: Partes de un Puente



Fuente: ingenieriareal.com/tipos-de-puentes/

SÍNTOMAS DEL DAÑO ESTRUCTURAL

Síntoma es, en la Patología de las Estructuras, la referencia subjetiva que presenta una estructura por la percepción o cambio que puede reconocer como anómalo o causado por un estado patológico.

- ✓ Grietas, fisuras y/o fracturas.

***Ilustración 5: Fractura en Losa de Plataforma
Puente San Sebastián - México***



Fuente: obrasparanuevoleon.com.wordpress.com

- ✓ Aplastamientos.

***Ilustración 6: Aplastamiento en Pilares
de Puente Laureano Gómez España***



Fuente: Manual para la inspección visual de Puentes y Pontones

- ✓ Desconchamientos.

*Ilustración 7: Desconchamientos losa de acercamiento
Distribuidor vial de Cuernavaca México.*



Fuente: lasillarota.com

- ✓ Zonas punzonadas.

Ilustración 8: Corte por Panzonamiento en cimentación



Fuente: Manual para la inspección visual de Puentes y Pontones

- ✓ Eflorescencias.

*Ilustración 9: Eflorescencia en pilares y plataforma del puente
Av. del Mediterráneo Calle 30 Madrid*



Fuente: tecyrsa.com/portfolio/

- ✓ Cambios de coloración.

*Ilustración 10: Cambio de Color del concreto en pilares y plataforma
del puente Av. del Mediterráneo Calle 30 Madrid*



Fuente: tecyrsa.com/portfolio/

- ✓ Segregación.

Ilustración 11: Segregación en Losa Armada



Fuente: civilgeeks.com/2018/06/15

- ✓ Hinchazones.

Ilustración 12: Cambio de Color del concreto en pilares y plataforma del puente Av. del Mediterráneo Calle 30 Madrid



Fuente: antapa.com/articulos-técnicos-mortero-de-reparación-de-hormigón

✓ Deformaciones.

Ilustración 13: Deformación de la Plataforma del Puente sobre el Rio Quilca



Fuente: ejercitoydesarrollo.blogspot.com

✓ Oquedades.

Ilustración 14: Oquedades en Columnas



Fuente: cuedelcivil.com/2011/05/procesos-de-reparación-de-oquedades-y.html

- ✓ Deflexiones.

Ilustración 15: Deflexión en plataforma de puente



Fuente: esenciaestructural.wordpress.com/2017/07/18/flujoplástico/

CAUSAS DE ALTERACIÓN DE DURABILIDAD

El conjunto de agentes responsables del deterioro de un inmueble es tan amplio, que se hace necesaria su clasificación, que por practicidad se han agrupado en causas físicas, mecánicas y químicas. De igual forma, se han definido de acuerdo al modo de alteración de las estructuras, en factores intrínsecos, factores por extracción, fabricación y colocación y factores extrínsecos.

Es importante recordar que, para frenar todo proceso patológico en la estructura, es necesario identificar con claridad el tipo de afectación y sus causas, y así erradicar a estas últimas del inmueble enfermo. No es sustentable la idea de atacar una lesión si se desconoce el causal de ésta, debido a la poca eficacia del proceso, los altos costos que significarían los intentos de solucionar el problema y la extensión en tiempo del puente intervenido. De esta forma:

Las lesiones se tienden a dividir en dos grupos según sus causas:

- Directas: Cuando son el origen inmediato del proceso patológico, como los esfuerzos mecánicos, agentes atmosféricos, contaminación, etc.
- Indirectas: Cuando se trata de errores y defectos de diseño o ejecución. Son las que primero se deben tener en cuenta a la hora de prevenir.

Existe un conjunto de acciones que afectan la durabilidad del concreto y pueden aclarar muchos conceptos sobre los mecanismos de falla de una estructura de concreto

Tabla 1: Origen del daño

Acciones Mecánicas	Acciones Físicas	Acciones Químicas	Acciones Biológicas	Construcción Inadecuada
Cargas Vivas.	Cambios de humedad.	Corrosión del acero de refuerzo.	Vegetación, Microorganismos, Bacterias, etc.	Por ejecución incorrecta.
Cargas Muertas	Cambios de temperatura	Carbonatación.		Bajo recubrimiento
Viento.		Reacción álcali – agregado.		Mala colocación del acero de refuerzo.
Sismo.		Lixiviación y Eflorescencia.		
Vibraciones.				
Impacto.				
Empujes de Suelo.				
Deformaciones impuestas (Asentamiento Diferencial)				

Fuente: Eduardo Vidaud

ACCIONES FÍSICAS

Se refieren esencialmente a los cambios volumétricos que experimenta el concreto, como consecuencia de cambios de humedad (agua líquida, vapor de agua, escarcha, hielo), y/o de temperatura (frio, calor, fuego). Pero también, las acciones físicas hacen referencia a las variaciones en su masa (cambios de peso unitario, porosidad, y permeabilidad).

ACCIONES QUÍMICAS

Dentro de los factores de deterioro imputables a las acciones químicas están, el ataque de ácidos, la lixiviación por aguas blandas, la carbonatación, la formación de sales expansivas o ataque de sulfatos, eflorescencias y la expansión destructiva de las reacciones álcali – agregado. También se puede mencionar la corrosión de los metales, este se puede definir como un proceso de reacción entre el metal y alguna sustancia del medio ambiente que lo rodea y el resultado es una oxidación destructiva del material en cuestión.

EFLORESCENCIAS

Depósito de sales, usualmente blancas que se forman en las superficies. En muchos casos estas irregularidades en el color, las cuales generalmente son descritas como decoloración se pueden atribuir a la eflorescencia del calcio. Ocurre cuando la humedad disuelve las sales en el concreto y las lleva a través de la acción capilar hacia la superficie. Cuando se evapora la humedad, deja tras de sí un depósito de mineral. Aunque la eflorescencia no es un problema estructural, puede ser estéticamente objetable

DEFORMACIONES

Es el cambio de forma de un cuerpo ante la acción de un esfuerzo, bien sea mecánico, por térmico, por humedad u otro aspecto. Las deformaciones se asumen como variaciones lineales, y están muy relacionadas con la elasticidad de los materiales.

CORROSIÓN

Desintegración o deterioro del concreto o del refuerzo por el fenómeno electroquímico de la corrosión. La corrosión del hormigón por agentes químicos suele ser la que mayores daños ocasiona en las estructuras. La durabilidad de un hormigón se puede medir por la velocidad con la que el mismo se descompone como resultado de acciones químicas. En la mayor parte de los casos, el ataque de los agentes agresivos químicos se produce sobre el cemento; en otras ocasiones el ataque se producirá sobre los áridos. Las diferentes acciones de tipo químico que se producen en el hormigón se pueden ser: ataque por sulfatos, cloruros, carbonatos y otros iones; ataque por ácidos; reacción árido-álcalis; reacción en áridos con sulfuros susceptibles de oxidarse, etc.

ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

Los Ensayos no destructivos son un tipo de prueba practicada a un material que no altera de forma permanente sus propiedades físicas, químicas, mecánicas o dimensionales. Los Ensayos No destructivos implican un daño imperceptible o nulo. Los diferentes métodos de ensayos no destructivos se basan en la aplicación de fenómenos físicos tales como ondas electromagnéticas, elásticas, emisión de partículas subatómicas, capilaridad, absorción y cualquier tipo de prueba que no implique un daño a la muestra examinada.

INSPECCIÓN VISUAL DETALLADA

Es una evaluación minuciosa de la estructura, esta se realiza después de haber ubicado las zonas afectadas por fallas y deterioros estructurales. En esta se lleva a cabo la caracterización de las patologías a través de distintos ensayos.

PRUEBA DE CARBONATACIÓN.

La Fenolftaleína es un compuesto químico inorgánico que se obtiene por reacción del fenol (C_6H_5OH) y el anhídrido ftálico ($C_8H_4O_3$), en presencia de ácido sulfúrico. La Fenolftaleína es muy útil para detectar la profundidad

de carbonatación del concreto en las construcciones. Al aplicar la fenolftaleína a un trozo de concreto recién extraído a una superficie recién expuesta, podremos determinar fácilmente que porción del concreto no está carbonatada, ya que esta porción se teñirá de un color rosa-fucsia intenso, no así la parte carbonatada, que generalmente presenta el aspecto de concreto humedecido solamente. Cabe indicar que el caso extraordinario de que el concreto haya estado expuesto a algún ácido o que debido a fenómenos externos haya disminuido mucho su PH, el concreto se teñirá de naranja. La solución indicadora que se utiliza es una solución al 1% de fenolftaleína en alcohol; este es el tipo de solución que debemos utilizar en nuestras pruebas, se puede realizar por rociado o por aplicación con gotero. El PH del concreto es del orden de 12,5 y es lo que provee al acero de un ambiente protegido de la oxidación y corrosión del acero, el cual denominamos como pasivo en esta situación. El período de incubación de la corrosión depende por tanto de la pérdida de basicidad del concreto, conforme baja el PH del concreto debido a la carbonatación activada por el medio ambiente en que se encuentra la estructura el riesgo de oxidación del acero aumenta en presencia del oxígeno y la humedad. Cabe anotar que la profundidad de carbonatación podemos calcularla de forma aproximada, y se puede decir que un concreto estructural estándar tarda unos 20 años en carbonatar 2 cm que es la media de recubrimiento geométrico de las estructuras construidas en el siglo pasado. Este dato nos puede servir para determinar ciertos parámetros como edad y resistencia del concreto de nuestra obra en base a las mediciones que podemos conseguir con la prueba de fenolftaleína.

Ilustración 16: Ensayo con indicador Fenolftaleina



Fuente: ATE IMCYC

Ilustración 17: Ensayo con Indicador de Colorimétrico



Fuente: ATE IMCYC

PRUEBA DEL ESCLERÓMETRO

Para la realización de este ensayo se emplea un martillo de rebote Esclerómetro, dispositivo que permite estimar la dureza y resistencia del concreto. Su modo de operación consiste en la aplicación de energía a una masa impulsada que choca contra el concreto y la distancia de rebote medida en el instrumento se asume como índice esclerométrico. A cada índice corresponde un valor de resistencia, lo que depende del fabricante del equipo (se deberán tomar un mínimo de siete (7) datos para realizar los análisis estadísticos). Es de suma importancia la aplicación de criterios a la hora de valorar los resultados puesto que al ser una prueba superficial no es posible estimar si el sitio de análisis escogido es un agregado o un vacío; por ende, es susceptible a obtener resultados que no valoren realmente la resistencia del concreto. Mediante esta prueba se establece el índice esclerométrico, el cual permite correlacionar resultados de núcleos a la compresión con nuevos ensayos sin afectar la estructura.

Ilustración 18: Uso de Esclerómetro



Fuente: construtiogspair.wordpress.com

INSPECCIÓN DE LOS PUENTES (Cauce, Subestructura, Superestructura, Obras Complementarias en Puentes)

Se entiende por inspección al conjunto de acciones de gabinete y campo, desde recopilación de información (historia del puente, expedientes técnicos del proyecto, planos post construcción, inspecciones previas, etc.), hasta la toma de datos en campo, a fin de conocer el estado del puente en un instante dado.

La inspección de un puente tiene dos objetivos, asegurar el tráfico sin riesgo sobre la estructura, y detectar las deficiencias existentes, recomendando las acciones para corregirlas. Una es inspección de seguridad y la otra para mantenimiento del puente.

Los tipos de inspección son:

- a) Inspección inicial (de inventario)
- b) Inspección rutinaria (periódica)
- c) Inspección de daños
- d) Inspección especial

El rol del Ingeniero Inspector es el de proveer información amplia y detallada sobre el estado del puente, como resultado de la inspección, documentando sus condiciones y deficiencias, alertando sobre los riesgos que sus hallazgos tengan en la seguridad del usuario y la integridad de las estructuras, debiendo estar constantemente alerta para que los pequeños problemas no se conviertan en costosas reparaciones.

Debido a las fuerzas destructivas de la naturaleza, el incremento del tráfico y la presencia de vehículos sobrecargados, las estructuras de los puentes presentan deficiencias o defectos. Los inspectores deben examinar e informar acerca de esos cambios de condición.

Para conocer la condición real existente y evaluar cada uno de los elementos del puente, es necesario un programa de inspecciones, el cual debe realizarse en forma organizada. Los antecedentes del puente estarán en un archivo, conteniendo su historial, información estructural, datos estructurales, descripción de la infraestructura y superestructura,

información de tránsito, evaluación de cargas e inspecciones anteriores, entre otros aspectos. Dado el avance tecnológico, los procesos constructivos empleados, así como los diferentes materiales, han dado origen a diversos tipos de puentes a lo largo de la historia.

FRECUENCIA

Los puentes en servicio deben ser evaluados, por lo menos, una vez al año, por parte de personal adiestrado específicamente para la identificación y evaluación de daños.

Los componentes sumergidos del puente deben ser inspeccionados cada tres (3) años con personal especializado. La época más recomendable para realizar esta inspección es al término de la temporada de lluvias, cuando la disminución de los niveles de agua facilite el acceso bajo las obras y se observa los indicios de socavación, que es causa principal del colapso del puente.

En casos extraordinarios se deberá disponer de Inspecciones Especiales.

La Inspección será visual y física, existiendo otras técnicas avanzadas (destructivas y no destructivas), para inspección específica de concreto, acero y madera.

REQUISITOS Y OBLIGACIONES DEL PERSONAL DE INSPECCIÓN

Requisitos mínimos del Ingeniero Inspector:

Ingeniero Inspector:

Ingeniero civil colegiado y habilitado para el ejercicio de la profesión, con 5 años de experiencia en vialidad y 3 años como mínimo en diseño, evaluación y/o inspección de puentes, tener conocimiento de los materiales y el comportamiento estructural de sus elementos.

Obligaciones del Ingeniero Inspector:

- a. Organizar la Inspección.
- b. Ejecutar la Inspección.
- c. Preparar el informe pertinente con las recomendaciones debidamente sustentadas y/o justificadas.

Seguridad del Personal Durante la Inspección:

Generalmente las estructuras de los puentes están a la vista, pero en muchos casos será imposible la observación detallada sin los medios auxiliares de acceso a los distintos puntos de la misma. Dentro de los medios auxiliares que facilitan la aproximación y seguridad del personal de la inspección a las distintas partes de la estructura se incluyen desde los medios básicos (casco, cinturones de seguridad, escaleras, etc.) hasta los sistemas muy complejos como las pasarelas y canastillas desarrolladas para la inspección de puentes, pasando por sistemas integrados en la propia estructura (agujeros de acceso a pilares huecas, escaleras de acceso y vigas cajón en puentes).

PROCEDIMIENTOS DE INSPECCIÓN

Generalmente es ventajoso emplear un procedimiento sistemático, es decir seguir una rutina de inspección en todos los puentes.

Las cuadrillas de personal de mantenimiento y el cuerpo de inspectores de puentes deben trabajar en coordinación. Los inspectores son la fuente principal para identificar las necesidades de mantenimiento.

Una inspección bien documentada es esencial para determinar los requerimientos de mantenimiento y dar recomendaciones prácticas, sugiriendo acciones para corregir las deficiencias o impedir el incremento de estos defectos. Inspecciones regulares deben considerarse como una responsabilidad primordial en el mantenimiento.

Además de los defectos que pueda haber, las inspecciones deben buscar las condiciones que puedan indicar posibles problemas futuros.

Para la recopilación de la información se utilizará los formatos que servirán para la toma de datos en la inspección, así como en los procedimientos de calificación de componentes del puente.

Cuando se lleve a cabo una inspección en el campo se debe seguir los siguientes pasos:

Acciones previas a los trabajos de campo:

Se debe revisar el inventario y los informes de inspección anteriores, a fin de tomar conocimiento si existen circunstancias especiales, como daños observados anteriormente, o elementos estructurales que necesiten una inspección más detallada.

Acciones en el campo propiamente dichas:

- a) Se debe verificar la ubicación y nombre del puente programado para su inspección.
- b) Se debe tomar las medidas de seguridad necesarias.
- c) Se debe iniciar la inspección tomando una foto de identificación del puente.
- d) Se debe tomar una fotografía del acceso al Puente.
- e) Se debe inspeccionar y calificar la condición de cada uno de los componentes del puente (estribos, pilares, alas, tablero, losas, vigas, diafragma, elementos de arco, reticulados, elementos de puente colgante, aparatos de apoyo, junta de expansión, superficie de rodadura, aceras, barandas, señalización, accesos, taludes, defensas, cauce, etc.).
- f) Se debe inspeccionar y calificar taludes y obras de protección en los extremos del puente.
- g) Se debe tomar fotografías en los diferentes tipos de estribos y pilares.
- h) Se debe revisar y calificar los pilares, apoyos, el cauce, y la parte de la superestructura.
- i) Se debe tomar una foto de la elevación del puente, en la que se pueda apreciar la subestructura y la superestructura

j) Al final se debe calificar la condición del puente en general.

Finalmente debe asegurarse que todas las partes visibles del puente fueron inspeccionadas y que la documentación del levantamiento de información se encuentra completa y correctamente formulada.

Acciones para detectar daños más comunes.

Se debe inspeccionar:

- **Componentes de Madera**

Daños comunes en los componentes de madera son causados por hongos, humedad, parásitos y ataque químico.

Deterioros de la madera pueden ser causados por fuego, impactos o colisiones, abrasión o desgaste mecánico, sobreesfuerzos, intemperie y flexiones (combaduras o pandeos).

Estos pueden ser inspeccionados por exámenes visuales y físicos:

- ✓ El examen visual puede detectar pudrición por hongos o humedad, daños por parásitos, excesiva deflexión, grietas, vibraciones y pérdida de conexiones. El inspector investigará visualmente la extensión de los daños y los documentará apropiadamente en los reportes de inspección.

- **Componentes de Concreto**

Daños comunes en los componentes de concreto incluyen agrietamiento, escamas, delaminación, spalling (descascaramiento), afloramientos, desgaste o abrasión, daños de colisión, pulido, y sobrecarga. Los agrietamientos en concreto son usualmente finos para ser detectado a simple vista. Se califican como grietas finas, medias o anchas. Las primeras son usualmente insignificantes para la capacidad de la estructura, pero deben ser reportadas como una advertencia. Las grietas

medias y anchas son significativas para la capacidad estructural y deben ser registradas y monitoreadas en los reportes de inspección.

Las grietas pueden ser estructurales y no estructurales:

- Las grietas estructurales requieren de atención inmediata, toda vez que ellas afectan la capacidad del puente.
- Las grietas no estructurales son causadas por expansión térmica y contracción de fragua; en losas debe tenerse especial cuidado, puesto que el agua de infiltración de lluvia puede conllevar a la corrosión de la armadura.

El desgaste de la superficie de rodadura es la pérdida gradual y continua de superficie de mortero y agregado sobre un área. La peladura es clasificada en cuatro categorías: ligera, media, dura y severa.

La delaminación ocurre cuando capas de concreto se desprenden cerca del nivel superior o exterior del refuerzo de acero. La mayor causa de delaminación es la expansión por la corrosión del refuerzo del acero debido a la intrusión de cloruros o sales.

Estos pueden ser inspeccionados por exámenes visuales y físicos:

- ✓ La inspección visual permite observar los deterioros primarios, como son las grietas y las manchas de óxido. Un inspector debe reconocer el hecho que no todas las grietas son de igual importancia. Manchas de óxido son una de las señales de corrosión de refuerzo de acero en miembros de concreto. La longitud, dirección, localización y extensión de las grietas y manchas de óxido deben ser medidas y reportadas en las notas de inspección.

✓ Los exámenes físicos más comunes son el sondeo con martillo (martilleo) y la cadena arrastrada. El primero es usado para detectar áreas de concreto hueco y usualmente para detectar delaminación. Para áreas de superficie grandes, el arrastre de cadenas puede ser usado para evaluar la integridad del concreto con razonable seguridad, aunque en losas no son métodos totalmente seguros; pero son rápidos y baratos.

- **Componentes de Acero**

Daños comunes en los componentes de acero incluyen la corrosión, el agrietamiento, daños por colisión y sobreesfuerzos.

Los agrietamientos usualmente se inician en la conexión, el extremo final de la soldadura o sobre un punto corroído de un miembro y, luego, se propaga a través de su sección transversal hasta la fractura del miembro. Los inspectores deben observar cuidadosamente en cada uno de las potenciales ubicaciones de fisuras.

La forma más reconocida de deterioro del acero es la corrosión. En componentes de acero, uno de los tipos de daños más comunes es el agrietamiento por fatiga; estos se desarrollan en estructuras de puentes debido a la repetición de cargas.

El inspector identificará detalles constructivos susceptibles a la fatiga y llevará una inspección completa de dichos detalles. Para estructuras pintadas, una rotura en la pintura acompañada por manchas de oxidación indica la posible existencia de una grieta de fatiga.

Si se sospecha de una grieta, el área será limpiada y se dispondrá una inspección visual de primer plano. Adicionalmente, se pueden prever más pruebas, tales como tintes penetrantes, para identificar la grieta y determinar su

extensión. Si existieran o se descubren grietas de fatiga, se deberá efectuar inspecciones más profundas.

Los sobreesfuerzos de un componente pueden ser el resultado de muchos factores tales como pérdidas de sección compuesta, pérdidas de arriostre y falla o asentamiento de los elementos de apoyo.

Son síntomas de daño debido a sobreesfuerzos las elongaciones inelásticas o decremento del área de acero de la sección transversal en miembros en tensión y el pandeo en miembros en compresión. Los daños debido a colisión vehicular, incluidas pérdidas de sección, agrietamiento y distorsión de formas serán cuidadosamente documentados, debiendo iniciarse inmediatamente las reparaciones. Hasta que las reparaciones hayan culminado, se recomienda restricción vehicular de tráfico basados en resultados de análisis de evaluación.

1.10. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

➤ HORMIGON:

El hormigón es un material de construcción formado por una mezcla de cemento, arena, agua y grava o piedra machacada. Además, el hormigón puede llevar algún tipo de aditivo para mejorar sus características dependiendo del uso que se le vaya a dar a la mezcla.

➤ FALLA ESTRUCTURAL:

Una falla estructural se refiere a un colapso en el cual la estructura se rompe en pedazos. Sin embargo, en la mayoría de los casos el término incluye otras condiciones aparte del colapso, que pueden ser no tan drásticas y aun así llevar a pérdidas grandes.

➤ **EROSIÓN:**

La erosión del suelo es el proceso de desgaste de la superficie terrestre como consecuencia del impacto de acciones geológicas (como las corrientes de agua o de deshielos), climáticas (como las lluvias o los vientos intensos) o por la actividad del ser humano (como la agricultura, la deforestación, expansión de las urbes, entre otros).

➤ **GRIETAS:**

La grieta afecta a un elemento en todo su espesor, que se pueden producir daños mayores e incluso el colapso de las estructuras. De este modo, las grietas afectan a la resistencia de los elementos constructivos. La grieta además se dice que está viva, para eliminarla no vale con enmascararla con pintura o cualquier otro elemento, sino que debemos mitigar su origen.

➤ **FISURAS**

La fisura, sin embargo, los daños que provocan son superficiales y su consecuencia es generalmente el desprendimiento de fragmentos de los revestimientos o acabados superficiales. Si atendemos a la resistencia de los elementos estructurales o que disponen de cierta capacidad portante, su resistencia no se ve mermada por las fisuras.

➤ **EFLORESCENCIAS:**

Se trata de manchas blanquecinas de aspecto irregular que aparecen en superficies que han sufrido humedad. Cuando la superficie se seca y el agua se evapora se da la cristalización de algunas sales solubles que se encuentran en el agua y así aparecen las eflorescencias.

➤ **SEGREGACIÓN:**

La segregación del hormigón es la separación de sus componentes una vez amasado provocando que la mezcla de hormigón fresco presente una distribución de sus partículas no uniforme. Si un hormigón presenta buena resistencia a segregación, eso significa que los áridos están uniformemente distribuidos en la mezcla, tanto en dirección vertical como en horizontal.

➤ **DEFORMACIONES ELÁSTICAS:**

El término deformaciones elásticas es un poco ambiguo, puesto que la curva esfuerzo-deformación para el concreto no es una línea recta aun a niveles normales de esfuerzo, ni son enteramente recuperables las deformaciones. Entonces es posible obtener valores para el módulo de elasticidad del concreto.

➤ **CORROSIÓN:**

La corrosión es una reacción termodinámicamente espontánea e inevitable de los metales, la cual es adversa en el proceso de producción de los mismos. La mayoría de los metales, especialmente los aceros, son altamente susceptibles al fenómeno de la corrosión y su grado de afectación depende de las propiedades de la aleación de acero y del medio ambiente al que está sometido.

➤ **ESCLERÓMETRO:**

El ensayo esclerométrico o índice de rebote mediante esclerómetro es una prueba no destructiva de la resistencia del hormigón. La diseñó y desarrolló el ingeniero suizo Ernest Schmidt en los años 40.

➤ **DELAMINACIONES:**

Las delaminaciones son superficies delgadas (entre 3 a 9 mm) que se separan de la losa base, debido a la presencia de agua y aire de exudación atrapados debajo de la superficie. El área afectada puede ser cualquier punto, desde unos pocos centímetros cuadrados hasta algunos metros cuadrados.

➤ **SCALING:**

Perdida de escamas o laminillas de la porción próxima a la superficie del hormigón o mortero endurecido. Un fragmento usualmente en forma de laminilla que se desprende de la masa de concreto por expansión, arrastre por agua, explosión.

1.11. HIPÓTESIS

HIPÓTESIS GENERAL

Hi: El diagnóstico de patologías incide en la propuesta de mantenimiento del puente Picota, provincia de Picota, departamento de San Martín – 2019.

Ho: El diagnóstico de patologías no inciden en la propuesta de mantenimiento del puente Picota, provincia de Picota, departamento de San Martín – 2019.

HIPÓTESIS ESPECÍFICA

Hi1: El diagnóstico de patologías cumple con las normas peruanas de inspección en el puente Picota, provincia de Picota, departamento de San Martín – 2019.

Ho1: El diagnóstico de patologías no cumple con las normas peruanas de inspección en el puente Picota, provincia de Picota, departamento de San Martín – 2019.

Hi2: La propuesta de mantenimiento cumple con las normas peruanas en el puente Picota, provincia de Picota, departamento de San Martín – 2019.

Ho2: La propuesta de mantenimiento no cumple con las normas peruanas en el puente Picota, provincia de Picota, departamento de San Martín – 2019.

1.12. VARIABLES

Variable Independiente

Diagnóstico de patologías.

Variable Dependiente

Propuesta de mantenimiento del puente Picota.

CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Tipo de Investigación

Aplicativo. Debido a que se busca la aplicación de los conocimientos adquiridos durante los estudios de la carrera de Ingeniería Civil, a la vez que se adquieren otros, a fin de aplicarlas en el entendimiento del diagnóstico de patologías y la propuesta de mantenimiento del puente Picota.

Diseño de Investigación

Descriptivo. A fin de vincular las dos variables determinando como influye una variable sobre la otra y cuál es la relación entre ellas.

2.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

Población:

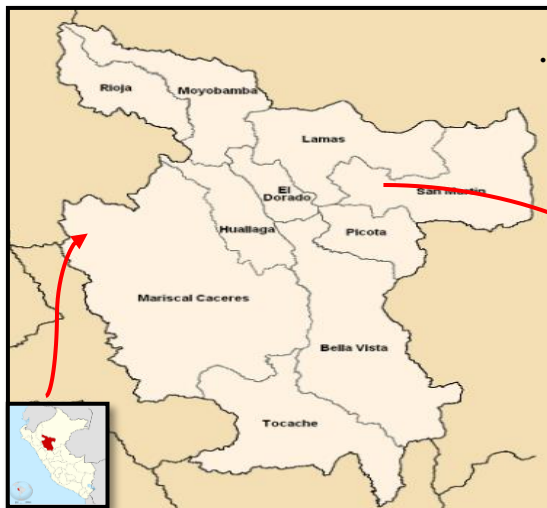
Es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Ésta queda delimitada por el problema y por los objetivos de estudio. Para este caso la población serán los puentes del departamento de San Martín.

Muestra:

Es un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible. En nuestro caso, la muestra será el puente Picota.

Ubicación:

Ilustración 19: Mapa departamento San Martín



Fuente: proviasnac.gov.pe

Ilustración 20: Ubicación Puente Picota



Fuente: google earth

Esta ubicación corresponde a las siguientes coordenadas.

Altitud : 213 msnm

Latitud : 6° 55' 23.1" S

Longitud : 76° 19' 36.9" O

Sobre la zona donde se emplaza el Puente Picota se aprecia las siguientes características correspondiente a su ubicación:

- El trazo de la posición del puente Picota, concuerda con el alineamiento de la carretera afirmada.
- El puente Picota, se encuentra ubicado en un tramo recto del río Huallaga.
- El puente Picota, se encuentra ubicado en el cauce del río más estrecho del tramo recto, lo que permite una menor longitud de la luz del puente Picota.
- La posición del eje del puente Picota forma un ángulo recto con el eje principal del río.
- Se encuentra en una zona en el cual el historial de migración del río y sus tendencias geomorfológicas se muestran estables y sin mayor cambio.
- Existencia de puntos potenciales sobre el río para un posible control hidráulico.

2.3. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS, PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Conocimiento del proceso de diagnóstico de patologías en puentes.

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Equipos de laboratorio de concreto, ensayos no destructivos, formatos, reglamentos y normas que se utilizan para el mantenimiento de puentes.

PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Nos basamos en las normas emitidas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

2.4. PROCESAMIENTO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS.

El recojo de los datos de campo se hará en forma manual y luego se hará un procedimiento computarizado.

El análisis e interpretación de datos se realizará de acuerdo a la Normas Técnicas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú.

CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. RESULTADOS:

3.1.1. Resultados

Vamos a presentar en la siguiente tabla, el rango de la condición general del puente Picota, en ella definimos el resultado de la evaluación, dando a conocer posteriormente todo el proceso seguido hasta obtener los resultados presentados, anexando las hojas de evaluación y del proceso de obtención de los datos siguiendo la metodología de la Guía de Inspección, Evaluación y Mantenimiento de Puentes, del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.


Tabla 2: Condición del Puente Picota

CALIFICACIÓN		RANGO CONDICIÓN
0	MUY BUENO	0.00-0.99
1	BUENO	1.00-1.99
2	REGULAR	2.00-2.99
3	MALO	3.00-3.99
4	MUY MALO	4.00-4.99
5	PESIMO	5.00-5.99

Fuente: Guía de Inspección de Puentes

3.1.2. Inspección de campo: Toma de Datos

Tabla 3: Toma de datos – Inspección de campo


“Diagnóstico De Patologías y su Incidencia en una Propuesta de Mantenimiento del Puente Picota, Provincia de Picota, Departamento de San Martín - 2019”			
TOMA DE DATOS DE LA INSPECCIÓN			
1) IDENTIFICACIÓN Y UBICACIÓN			
NOMBRE DEL PUENTE	: Puente Picota	Dpto. Político	: San Martín
TIPO DE PUENTE	: Colgante	Dpto. Vial	: San Martín
SOBRE	: Río Huallaga	Provincia	: Picota
ALTITUD	: 213 metros (699 pies)	Distrito	: Picota
LATITUD	: 6° 55' 23.1" S	Poblado cercano	: Picota
LONGITUD	: 76° 19' 36.9" O	Longitud del Puente	: 220m
2) DATOS GENERALES			
Puente Sobre:	Río Huallaga	Nombre:	Puente Picota
Longitud Total (m):	220 m	Número Vías Tránsito:	2
Ancho Calzada (m):	7.2	Sobrecarga Diseño:	HS20
Ancho Vereda (m):	0.6	Año Construcción:	1984-1993
Alineamiento:	Recto	Fecha de inspección:	Julio 2019
3) ELEMENTOS DEL PUENTE			
A) TABLERO DE RODADURA			
LOSA		VIGAS	
Material:	Concreto Armado	Tipo:	Longitudinales
Espesor (m):	0.20	Nº Vigas:	2
Superficie de Desgaste:	Carpeta Asfalto	Material:	Acero Estructural
		Forma:	Rectangular
		Peralte (m):	1.80
		Separación entre Ejes:	7.20
B) SUBESTRUCTURA			
ESTRIBO IZQUIERDO		ESTRIBO DERECHO	
Elevación / Tipo:	Pilares	Elevación / Tipo:	Pilares
Elevación / Material:	Concreto Armado	Elevación / Material:	Concreto Armado
Cimentación / Tipo:	Pilotes	Cimentación / Tipo:	Pilotes
Cimentación / Material:	Concreto Armado	Cimentación / Material:	Concreto Armado
C) PILARES			
PILAR 1		PILAR 2	
Elevación / Tipo:	Tipo Portico	Elevación / Tipo:	Tipo Portico
Elevación / Material:	Concreto Armado	Elevación / Material:	Concreto Armado
Cimentación / Tipo:	Pilotes	Cimentación / Tipo:	Pilotes
Cimentación / Material:	Concreto Armado	Cimentación / Material:	Concreto Armado
D) DETALLES			
BARANDAS		VEREDAS Y SARDINELES	
Tipo:	Viga de rigidez	Ancho Vereda (m):	0.60
Material:	Acero	Altura Sardinel (m):	0.15
		Material:	Concreto

APOYO 1		APOYO 2	
Tipo:	Apoyo Fijo	Tipo:	Apoyo Móvil
Material:	Acero	Material:	Acero
Ubicación:	Pilar 1	Ubicación:	Pilar 2
Número:	2	Número:	2
JUNTAS DE EXPANSION		DRENAJE DE CALZADA	
Tipo:	Planchas deslizantes	Tipo:	Tubo
Material:	Metálico	Material:	PVC

Fuente: Elaboración Propia

3.1.3. Descripción de los elementos

Tabla 4: Descripción de los elementos – Inspección de campo


"Diagnóstico De Patologías y su Incidencia en una Propuesta de Mantenimiento del Puente Picota, Provincia de Picota, Departamento de San Martín - 2019"		
Nº	DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS	
1	LOSA	La losa es de concreto armado, de 0.20m de espesor, tiene una longitud de 220.00m y 7.20m de ancho sostenidas sobre vigas de rigidez longitudinales.
2	VIGAS DE RIGIDEZ	Son de acero estructural reticuladas, son 2 vigas longitudinales.
3	ARRIOSTRES	Los arriostres son metálicos, son 4 en cada tramo del puente.
4	ESTRIBOS	El puente no cuenta con estribos, tienen muros con contrafuertes se ubican tanto en la margen izquierda como en la margen derecha, sobre los que se apoyan las losas de aproximación del puente.
5	PILARES	Los pilares son 2 tipo pórtico de concreto armado, se ubican tanto en la margen izquierda como en la margen derecha.
6	CAPA DE ASFALTO	La superficie de rodadura de la capa de asfalto se extiende a lo largo de todo el puente. Tiene espesor 2".
7	VEREDAS	Las veredas son de concreto armado, tienen 0.60 m de ancho y se ubican a lo largo del puente.
8	APOYOS	Los apoyos son metálicos 2 fijos en la margen izquierda y 2 móviles en la margen derecha, ubicados sobre los pilares. Con respecto a la losa de aproximación están simplemente apoyadas en los pilares y el muro con contrafuertes en las respectivas márgenes.
9	PLANCHAS DESLIZANTES	Las planchas deslizantes se ubican al inicio y final de la plataforma del puente así como al inicio y al final de las dos losas de aproximación.
10	BARANDAS	No cuenta con barandas propiamente dicha, las vigas de rigidez longitudinal cumplen esa función, ya que está por encima y debajo del nivel de la plataforma.

Fuente: Elaboración Propia

3.1.4. Condición general de los elementos – Condición de campo

Se analizó cada elemento del puente Picota de acuerdo al grado de severidad.

Tabla 5: Capa Asfalto Condición de campo

<p>“Diagnóstico de Patologías y su Incidencia en una Propuesta de Mantenimiento del Puente Picota, Provincia de Picota, Departamento de San Martín - 2019”</p>	
<p>TOMA DE DATOS DE LA INSPECCIÓN – TD 01</p>	

DATOS GENERALES DEL PUENTE

Nombre del Puente : Picota
 Tipo de Puente : Colgante
 Provincia : Picota
 Distrito : Picota
 Año de Construcción : 1984
 Longitud Total (m) : 220 m
 Calzada (m) : 7.20 m



CONDICIÓN GENERAL DEL ELEMENTO						
METRADO DE CAPA DE ASFALTO TD 01						
Descripción	Und.	N°	Long.	Ancho	Altura	Metrado
Capa de Asfalto	m ²	1	220.00	7.20		1584.00

ELEMENTOS		CALIFICACIÓN %*					
NRO.	DESCRIPCIÓN	5	4	3	2	1	0
301	Capa Asfalto				4	96	

OBSERVACIONES

Grado 1: Desgaste superficial
Grado 2: Fisuras, desgaste superficial con exposición de agregados




CONDICIÓN ENCONTRADA

CAPA DE ASFALTO	El 4% se encuentra en grado 2 donde se observa fisuras y desgaste superficial con exposición de agregados, el 96% restante se encuentra en grado 1 donde observamos desgaste superficial.
------------------------	---

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 6: Cables Principales de Acero Condición de campo

“Diagnóstico de Patologías y su Incidencia en una Propuesta de Mantenimiento del Puente Picota, Provincia de Picota, Departamento de San Martín - 2019”	
TOMA DE DATOS DE LA INSPECCIÓN – TD 02	

DATOS GENERALES DEL PUENTE

Nombre del Puente	: Picota	Progresiva
Tipo de Puente	: Colgante	Año de Construcción
Provincia	: Picota	: 1984
Distrito	: Picota	Longitud Total (m)
		: 220 m
		Calzada (m)
		: 7.20 m

CONDICIÓN GENERAL DEL ELEMENTO						
METRADO DE CABLES PRINCIPALES TD 02						
Descripción	Und.	N°	Long.	Ancho	Altura	Metrado
CABLES PRINCIPALES	ml	16	260			4160.00

ELEMENTOS		CALIFICACION %*					
NRO.	DESCRIPCIÓN	5	4	3	2	1	0
180	Cables principales de acero			2	3	95	


OBSERVACIONES

Grado 1: Desgaste
Grado 2: Oxidación Intermedia
Grado 3: Perdida de Sección



CONDICIÓN ENCONTRADA	
CABLES PRINCIPALES	Se observa desgaste, pérdida de sección y oxidación superficial de los cables principales
<i>Fuente: Elaboración Propia</i>	

Tabla 7: Losa de Concreto Armado (Longitudinal) Condición de campo

“Diagnóstico de Patologías y su Incidencia en una Propuesta de Mantenimiento del Puente Picota, Provincia de Picota, Departamento de San Martín - 2019”	
TOMA DE DATOS DE LA INSPECCIÓN – TD 03	

DATOS GENERALES DEL PUENTE

Nombre del Puente	: Picota	Progresiva (km)	:
Tipo de Puente	: Colgante	Año de Construcción	: 1984
Provincia	: Picota	Longitud Total (m)	: 240 m
Distrito	: Picota	Calzada (m)	: 7.20 m

CONDICIÓN GENERAL DEL ELEMENTO						
METRADO DE LOSA DE CONCRETO ARMADO TD 03						
Descripción	Und.	N°	Long.	Ancho	Altura	Metrado
LOSA	m ³	1	220.00	7.2	0.2	316.80

ELEMENTOS		CALIFICACION %*					
NRO.	DESCRIPCIÓN	5	4	3	2	1	0
101	Losa de concreto armado (Refuerzo Longitudinal)				2	98	


OBSERVACIONES

Grado 1: Decoloración, Eflorescencia
Grado 2: Fisuras <1.5mm



CONDICIÓN ENCONTRADA	
LOSA DE CONCRETO ARMADO	El 2% se encuentra en grado 2 donde se observa fisuras <1.5mm, el restante se encuentra en grado 1 donde se observa decoloración y eflorescencia.
<i>Fuente: Elaboración Propia</i>	

Tabla 8: Elevación de Pilares Concreto Armado Condición de campo

“Diagnóstico de Patologías y su Incidencia en una Propuesta de Mantenimiento del Puente Picota, Provincia de Picota, Departamento de San Martín - 2019”	
TOMA DE DATOS DE LA INSPECCIÓN – TD 04	

DATOS GENERALES DEL PUENTE

Nombre del Puente	: Picota	Progresiva (km)	:
Tipo de Puente	: Colgante	Año de Construcción	: 1984
Provincia	: Picota	Longitud Total (m)	: 240 m
Distrito	: Picota	Calzada (m)	: 7.20 m

CONDICIÓN GENERAL DEL ELEMENTO						
METRADO DE PILARES TD 04						
Descripción	Und.	N°	Long.	Ancho	Altura	Metrado
Pilares	und	2				2

ELEMENTOS		CALIFICACIÓN %*					
NRO.	DESCRIPCIÓN	5	4	3	2	1	0
240	Elevación de Pilares Concreto Armado			10	2	88	


OBSERVACIONES

Grado 1: Eflorescencia, Desgaste por efecto de intemperismo
Grado 2: Fisuras <1.5mm.
Grado 3: Socavación



CONDICIÓN ENCONTRADA	
Pilares	El 10% se encuentra en grado 3 donde se observa Socavación, otro 2% se encuentra en grado 2 donde se observan fisuras<1.5mm y el 88% restante se encuentra en grado 1 donde se observa eflorescencia y desgaste por efecto de intemperismo.
Fuente: Elaboración Propia	

Tabla 9: Losa de Concreto Armado(Refuerzo Transversal) Condición de campo

“Diagnóstico de Patologías y su Incidencia en una Propuesta de Mantenimiento del Puente Picota, Provincia de Picota, Departamento de San Martín - 2019”	
TOMA DE DATOS DE LA INSPECCIÓN – TD 05	

DATOS GENERALES DEL PUENTE

Nombre del Puente	: Picota	Progresiva (km)	:
Tipo de Puente	: Colgante	Año de Construcción	: 1984
Provincia	: Picota	Longitud Total (m)	: 220 m
Distrito	: Picota	Calzada (m)	: 7.20 m

CONDICIÓN GENERAL DEL ELEMENTO						
METRADO DE LOSA CONCRETO ARMADO (TRANSVERSAL) TD 05						
Descripción	Und.	N°	Long.	Ancho	Altura	Metrado
LOSA	m ³	2	10	7.2	0.2	28.80

ELEMENTOS		CALIFICACION %*					
NRO.	DESCRIPCIÓN	5	4	3	2	1	0
104	Losa de concreto armado (Refuerzo Transversal)				2	98	


OBSERVACIONES

Grado 1: Eflorescencia, Decoloración
Grado 2: Fisuras <1.5mm.



CONDICIÓN ENCONTRADA	
LOSA	2% se encuentra en grado 2 donde se observan fisuras<1.5mm y el 98% restante se encuentra en grado 1 donde se observa eflorescencia y decoloración.
<i>Fuente: Elaboración Propia</i>	

Tabla 10: Viga Principal de Concreto Armado Condición de campo

“Diagnóstico de Patologías y su Incidencia en una Propuesta de Mantenimiento del Puente Picota, Provincia de Picota, Departamento de San Martín - 2019”	
TOMA DE DATOS DE LA INSPECCIÓN – TD 06	

DATOS GENERALES DEL PUENTE

Nombre del Puente	: Picota	Progresiva (km)	:
Tipo de Puente	: Colgante	Año de Construcción	: 1984
Provincia	: Picota	Longitud Total (m)	: 220 m
Distrito	: Picota	Calzada (m)	: 7.20 m

CONDICIÓN GENERAL DEL ELEMENTO						
METRADO DE VIGA PRINCIPAL DE CONCRETO ARMADO TD 06						
Descripción	Und.	N°	Long.	Ancho	Altura	Metrado
VIGA	m ³	10	10	0.30	0.6	18.00

ELEMENTOS		CALIFICACION %*					
NRO.	DESCRIPCIÓN	5	4	3	2	1	0
110	Viga Principal de Concreto Armado				2	98	


OBSERVACIONES

Grado 1: Eflorescencia, Desgaste por efecto de intemperismo
Grado 2: Fisuras <1.5mm.



CONDICIÓN ENCONTRADA	
VIGA PRINCIPAL DE CONCRETO ARMADO	2% se encuentra en grado 2 donde se observan fisuras <1.5mm y el 98% restante se encuentra en grado 1 donde se observa eflorescencia, decoloración y desgaste por efecto del intemperismo.
<i>Fuente: Elaboración Propia</i>	

Tabla 11: Parapeto de Concreto Armado Condición de campo

“Diagnóstico de Patologías y su Incidencia en una Propuesta de Mantenimiento del Puente Picota, Provincia de Picota, Departamento de San Martín - 2019”	
TOMA DE DATOS DE LA INSPECCIÓN – TD 07	

DATOS GENERALES DEL PUENTE

Nombre del Puente	: Picota	Progresiva (km)	:
Tipo de Puente	: Colgante	Año de Construcción	: 1984
Provincia	: Picota	Longitud Total (m)	: 220 m
Distrito	: Picota	Calzada (m)	: 7.20 m

CONDICIÓN GENERAL DEL ELEMENTO						
METRADO DE PARAPETO DE CONCRETO ARMADO TD 07						
Descripción	Und.	N°	Long.	Ancho	Altura	Metrado
Parapeto Concreto Armado	ml	4	10			40.00

ELEMENTOS		CALIFICACIÓN %*					
NRO.	DESCRIPCIÓN	5	4	3	2	1	0
354	Parapeto de Concreto Armado			1	3	96	


OBSERVACIONES

Grado 1: Eflorescencia, Desgaste por efecto de intemperismo
Grado 2: Fisuras <1.5mm.
Grado 3: Delaminación con exposición de acero.



CONDICIÓN ENCONTRADA	
Parapeto	El 1% se encuentra en grado 3 donde se observa delaminación con exposición de acero, otro 3% se encuentra en grado 2 donde se observan fisuras <1.5mm y el 96% restante se encuentra en grado 1 donde se observa eflorescencia.
Fuente: Elaboración Propia	

Tabla 12: Planchas Deslizantes Condición de campo

“Diagnóstico de Patologías y su Incidencia en una Propuesta de Mantenimiento del Puente Picota, Provincia de Picota, Departamento de San Martín - 2019”	
TOMA DE DATOS DE LA INSPECCIÓN – TD 08	

DATOS GENERALES DEL PUENTE

Nombre del Puente	: Picota	Progresiva (km)	:
Tipo de Puente	: Colgante	Año de Construcción	: 1984
Provincia	: Picota	Longitud Total (m)	: 220 m
Distrito	: Picota	Calzada (m)	: 7.20 m

CONDICIÓN GENERAL DEL ELEMENTO						
METRADO DE PLANCHAS DESLIZANTES DE ACERO – TD 08						
Descripción	Und.	N°	Long.	Ancho	Altura	Metrado
Planchas deslizantes	ML	4	7.20			28.80

ELEMENTOS		CALIFICACIÓN %*					
NRO.	DESCRIPCIÓN	5	4	3	2	1	0
341	Planchas deslizantes				4	96	


OBSERVACIONES

Grado 1: Oxidación Superficial
Grado 2: Corrosión con picaduras



CONDICIÓN ENCONTRADA	
PLANCHAS DESLIZANTES	4% se encuentra en grado 2 donde se observan corrosión con picaduras y el 96% restante se encuentra en grado 1 donde se observa oxidación superficial.
<i>Fuente: Elaboración Propia</i>	

Tabla 13: Torres de Acero Condición de campo

“Diagnóstico de Patologías y su Incidencia en una Propuesta de Mantenimiento del Puente Picota, Provincia de Picota, Departamento de San Martín - 2019”	
TOMA DE DATOS DE LA INSPECCIÓN – TD 09	

DATOS GENERALES DEL PUENTE

Nombre del Puente	: Picota	Progresiva (km)	:
Tipo de Puente	: Colgante	Año de Construcción	: 1984
Provincia	: Picota	Longitud Total (m)	: 220 m
Distrito	: Picota	Calzada (m)	: 7.20 m

CONDICIÓN GENERAL DEL ELEMENTO						
METRADO DE TORRES DE ACERO TD 09						
Descripción	Und.	N°	Long.	Ancho	Altura	Metrado
Torre de Acero	und	2				2

ELEMENTOS		CALIFICACIÓN %*					
NRO.	DESCRIPCIÓN	5	4	3	2	1	0
182	Torres de Acero				10	90	


OBSERVACIONES

Grado 1: Oxidación Superficial, pérdida de pintura
Grado 2: Corrosión Superficial



CONDICIÓN ENCONTRADA	
Torres de Acero	10% se encuentra en grado 2 donde se observan corrosión con picaduras y el 90% restante se encuentra en grado 1 donde se observa oxidación superficial y pérdida de pintura.
Fuente: Elaboración Propia	

Tabla 14: Péndolas de Acero con Sockets Condición de campo

“Diagnóstico de Patologías y su Incidencia en una Propuesta de Mantenimiento del Puente Picota, Provincia de Picota, Departamento de San Martín - 2019”	
TOMA DE DATOS DE LA INSPECCIÓN – TD 10	

DATOS GENERALES DEL PUENTE

Nombre del Puente	: Picota	Progresiva (km)	:
Tipo de Puente	: Colgante	Año de Construcción	: 1984
Provincia	: Picota	Longitud Total (m)	: 220 m
Distrito	: Picota	Calzada (m)	: 7.20 m

CONDICIÓN GENERAL DEL ELEMENTO						
METRADO DE PÉNDOLAS DE ACERO TD 10						
Descripción	Und.	N°	Long.	Ancho	Altura	Metrado
Péndolas de Acero	glb	1				1

ELEMENTOS		CALIFICACIÓN %*					
NRO.	DESCRIPCIÓN	5	4	3	2	1	0
183	Péndolas de Acero con Sockets				6	94	


OBSERVACIONES

Grado 1: Oxidación Superficial y perdida de pintura
Grado 2: Corrosión Superficial



CONDICIÓN ENCONTRADA	
Péndola de acero	6% se encuentra en grado 2 donde se observan corrosión superficial y el 94% restante se encuentra en grado 1 donde se observa oxidación superficial y perdida de pintura.
Fuente: Elaboración Propia	

Tabla 15: Guardavías Condición de campo

“Diagnóstico de Patologías y su Incidencia en una Propuesta de Mantenimiento del Puente Picota, Provincia de Picota, Departamento de San Martín - 2019”	
TOMA DE DATOS DE LA INSPECCIÓN – TD 11	

DATOS GENERALES DEL PUENTE

Nombre del Puente	: Picota	Progresiva (km)	:
Tipo de Puente	: Colgante	Año de Construcción	: 1984
Provincia	: Picota	Longitud Total (m)	: 220 m
Distrito	: Picota	Calzada (m)	: 7.20 m

CONDICIÓN GENERAL DEL ELEMENTO						
METRADO DE GUARDAVÍAS TD 11						
Descripción	Und.	N°	Long.	Ancho	Altura	Metrado
Guardavías	ml	4	10			40

ELEMENTOS		CALIFICACIÓN %*					
NRO.	DESCRIPCIÓN	5	4	3	2	1	0
355	Guardavías		100				


OBSERVACIONES

Grado 4: Derruido



CONDICIÓN ENCONTRADA	
Guardavías	El 100% de los guardavías se encuentran inutilizables ya no cumplen con su función
<i>Fuente: Elaboración Propia</i>	

Tabla 16: Márgenes de Río Condición de campo

“Diagnóstico de Patologías y su Incidencia en una Propuesta de Mantenimiento del Puente Picota, Provincia de Picota, Departamento de San Martín - 2019”	
TOMA DE DATOS DE LA INSPECCIÓN – TD 12	

DATOS GENERALES DEL PUENTE

Nombre del Puente	: Picota	Progresiva (km)	:
Tipo de Puente	: Colgante	Año de Construcción	: 1984
Provincia	: Picota	Longitud Total (m)	: 220 m
Distrito	: Picota	Calzada (m)	: 7.20 m

CONDICIÓN GENERAL DEL ELEMENTO						
METRADO DE MARGENES DE RIO TD 12						
Descripción	Und.	N°	Long.	Ancho	Altura	Metrado
Márgenes de Río	ml	2	20.00		40.00	40.00

ELEMENTOS		CALIFICACIÓN %*					
NRO.	DESCRIPCIÓN	5	4	3	2	1	0
401	Márgenes de río			100			


OBSERVACIONES

Grado 3: Socavación General del Cauce del río, erosión en los márgenes del río y colapso de las estructuras de protección de las orillas del río.



CONDICIÓN ENCONTRADA	
Márgenes de Río	El 100% presenta Socavación General del Cauce del río, erosión en los márgenes del río y colapso de las estructuras de protección de las orillas del río.
<p><i>Fuente: Elaboración Propia</i></p>	

Tabla 17: Muro con Contrafuerte Condición de campo

“Diagnóstico de Patologías y su Incidencia en una Propuesta de Mantenimiento del Puente Picota, Provincia de Picota, Departamento de San Martín - 2019”	
TOMA DE DATOS DE LA INSPECCIÓN – TD 13	

DATOS GENERALES DEL PUENTE

Nombre del Puente	: Picota	Progresiva (km)	:
Tipo de Puente	: Colgante	Año de Construcción	: 1984
Provincia	: Picota	Longitud Total (m)	: 220 m
Distrito	: Picota	Calzada (m)	: 7.20 m

CONDICIÓN GENERAL DEL ELEMENTO						
METRADO DE MURO CON CONTRAFUERTE TD 13						
Descripción	Und.	N°	Long.	Ancho	Altura	Metrado
Muro con Contrafuerte	m ³	2	10.00	0.30	4.50	27.00

ELEMENTOS		CALIFICACIÓN %*					
NRO.	DESCRIPCIÓN	5	4	3	2	1	0
134	Muro con Contrafuerte				4	96	

OBSERVACIONES

Grado 1: Eflorescencia, Desgaste por efecto de intemperismo
Grado 2: Fisuras <1.5mm.



	
CONDICIÓN ENCONTRADA	
Muro con Contrafuerte	El 4% se encuentra en grado 2 donde se observan fisuras <1.5mm y el 96% restante se encuentra en grado 1 donde se observa eflorescencia y desgaste por efecto de intemperismo..
Fuente: Elaboración Propia	

Tabla 18: Arriostres de Acero Condición de campo

“Diagnóstico de Patologías y su Incidencia en una Propuesta de Mantenimiento del Puente Picota, Provincia de Picota, Departamento de San Martín - 2019”	
TOMA DE DATOS DE LA INSPECCIÓN – TD 14	

DATOS GENERALES DEL PUENTE

Nombre del Puente	: Picota	Progresiva (km)	:
Tipo de Puente	: Colgante	Año de Construcción	: 1984
Provincia	: Picota	Longitud Total (m)	: 220 m
Distrito	: Picota	Calzada (m)	: 7.20 m

CONDICIÓN GENERAL DEL ELEMENTO						
METRADO DE ARRIOSTRES DE ACERO TD 14						
Descripción	Und.	N°	Long.	Ancho	Altura	Metrado
Arriostres de Acero	ml	88	4.50			484.00

ELEMENTOS		CALIFICACIÓN %*					
NRO.	DESCRIPCIÓN	5	4	3	2	1	0
117	Arriostres de Acero				5	95	


OBSERVACIONES

Grado 1: Oxidación Superficial y perdida de pintura
Grado 2: Corrosión Superficial



CONDICIÓN ENCONTRADA	
Arriostres de Acero	5% se encuentra en grado 2 donde se observan corrosión superficial y el 95% restante se encuentra en grado 1 donde se observa oxidación superficial y perdida de pintura.
Fuente: Elaboración Propia	

Tabla 19: Vigas de Rigidez Condición de campo

“Diagnóstico de Patologías y su Incidencia en una Propuesta de Mantenimiento del Puente Picota, Provincia de Picota, Departamento de San Martín - 2019”	
TOMA DE DATOS DE LA INSPECCIÓN – TD 15	

DATOS GENERALES DEL PUENTE

Nombre del Puente	: Picota	Progresiva (km)	:
Tipo de Puente	: Colgante	Año de Construcción	: 1984
Provincia	: Picota	Longitud Total (m)	: 220 m
Distrito	: Picota	Calzada (m)	: 7.20 m

CONDICIÓN GENERAL DEL ELEMENTO						
METRADO DE VIGAS DE RIGIDEZ TD 15						
Descripción	Und.	N°	Long.	Ancho	Altura	Metrado
Vigas de Rigidez	ml	2	220			440.00

ELEMENTOS		CALIFICACIÓN %*					
NRO.	DESCRIPCIÓN	5	4	3	2	1	0
185	Vigas de Rigidez				2	98	


OBSERVACIONES

Grado 1: Oxidación Superficial y perdida de pintura
Grado 2: Corrosión Superficial



CONDICIÓN ENCONTRADA	
Vigas de Rigidez	2% se encuentra en grado 2 donde se observan corrosión superficial y el 98% restante se encuentra en grado 1 donde se observa oxidación superficial y perdida de pintura.
Fuente: Elaboración Propia	

Tabla 20: Vigas Transversales de Acero Condición de campo

“Diagnóstico de Patologías y su Incidencia en una Propuesta de Mantenimiento del Puente Picota, Provincia de Picota, Departamento de San Martín - 2019”	
TOMA DE DATOS DE LA INSPECCIÓN – TD 16	

DATOS GENERALES DEL PUENTE

Nombre del Puente	: Picota	Progresiva (km)	:
Tipo de Puente	: Colgante	Año de Construcción	: 1984
Provincia	: Picota	Longitud Total (m)	: 220 m
Distrito	: Picota	Calzada (m)	: 7.20

CONDICIÓN GENERAL DEL ELEMENTO						
METRADO DE VIGAS TRANSVERSALES DE ACERO TD 16						
Descripción	Und.	N°	Long.	Ancho	Altura	Metrado
Vigas Transversales	ml	88	8.40			739.20

ELEMENTOS		CALIFICACIÓN %*					
NRO.	DESCRIPCIÓN	5	4	3	2	1	0
161	Vigas Transversales				3	97	


OBSERVACIONES

Grado 1: Oxidación Superficial y perdida de pintura
Grado 2: Corrosión Superficial



CONDICIÓN ENCONTRADA	
Vigas Transversales	3% se encuentra en grado 2 donde se observan corrosión superficial y el 97% restante se encuentra en grado 1 donde se observa oxidación superficial y perdida de pintura..
Fuente: Elaboración Propia	

Tabla 21: Veredas de Concreto Condición de campo

“Diagnóstico de Patologías y su Incidencia en una Propuesta de Mantenimiento del Puente Picota, Provincia de Picota, Departamento de San Martín - 2019”	
TOMA DE DATOS DE LA INSPECCIÓN – TD 17	

DATOS GENERALES DEL PUENTE

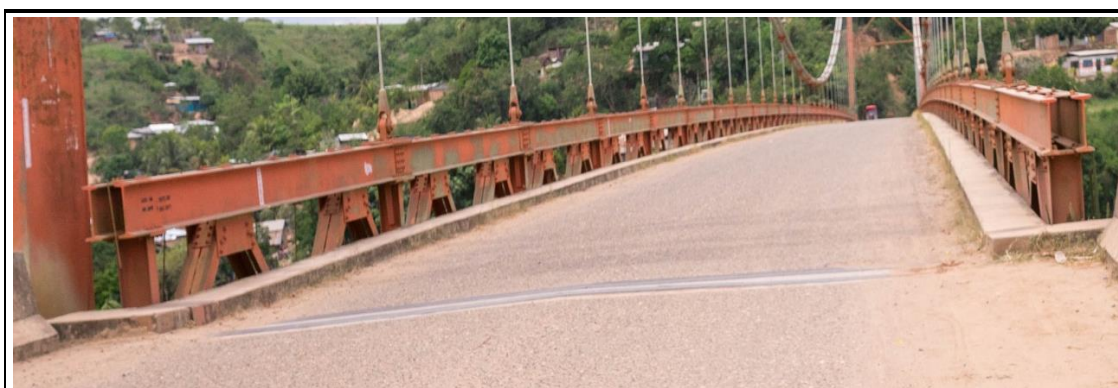
Nombre del Puente	: Picota	Progresiva (km)	:
Tipo de Puente	: Colgante	Año de Construcción	: 1984
Provincia	: Picota	Longitud Total (m)	: 220 m
Distrito	: Picota	Calzada (m)	: 7.20 m

CONDICIÓN GENERAL DEL ELEMENTO						
METRADO DE VEREDAS DE CONCRETO TD 17						
Descripción	Und.	N°	Long.	Ancho	Altura	Metrado
Veredas de Concreto	m ²	2	220.00	0.6		264.00

ELEMENTOS		CALIFICACIÓN %*					
NRO.	DESCRIPCIÓN	5	4	3	2	1	0
311	Veredas de Concreto				6	94	


OBSERVACIONES

Grado 1: Eflorescencia, Desgaste por efecto de intemperismo
Grado 2: Fisuras <1.5mm.



CONDICIÓN ENCONTRADA	
Veredas de Concreto	El 6% se encuentra en grado 2 donde se observan fisuras <1.5mm y el 94% restante se encuentra en grado 1 donde se observa eflorescencia.
Fuente: Elaboración Propia	

Tabla 22: Cámaras de Anclaje

“Diagnóstico de Patologías y su Incidencia en una Propuesta de Mantenimiento del Puente Picota, Provincia de Picota, Departamento de San Martín - 2019”	
TOMA DE DATOS DE LA INSPECCIÓN – TD 18	

DATOS GENERALES DEL PUENTE

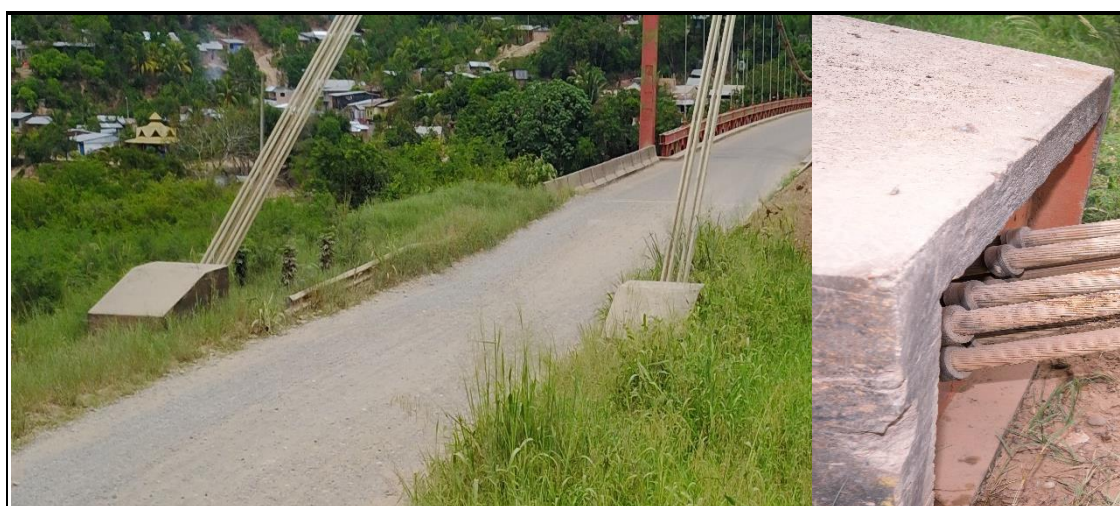
Nombre del Puente	: Picota	Progresiva (km)	:
Tipo de Puente	: Colgante	Año de Construcción	: 1984
Provincia	: Picota	Longitud Total (m)	: 220 m
Distrito	: Picota	Calzada (m)	: 7.20 m

CONDICIÓN GENERAL DEL ELEMENTO						
METRADO DE VEREDAS DE CONCRETO TD 17						
Descripción	Und.	N°	Long.	Ancho	Altura	Metrado
Cámaras de Anclaje	Und	4				4

ELEMENTOS		CALIFICACIÓN %*					
NRO.	DESCRIPCIÓN	5	4	3	2	1	0
181	Cámara de Anclaje				3	97	

OBSERVACIONES

Grado 1: Eflorescencia, Desgaste por efecto de intemperismo
Grado 2: Fisuras <1.5mm.



CONDICIÓN ENCONTRADA


Cámara de Anclaje	El 3% se encuentra en grado 2 donde se observan fisuras <1.5mm y el 97% restante se encuentra en grado 1 donde se observa eflorescencia y desgaste por efectos del intemperismo.
--------------------------	--

Fuente: Elaboración Propia

3.1.5. CONDICIÓN GENERAL DEL PUENTE

A continuación, abordaremos los temas de Condición Estadística del Elemento y Condición Estadística del Puente:

Tabla 22: Condición General del Elemento Evaluado y Condición Estadística del Puente

"Diagnóstico de Patologías y su Incidencia en una Propuesta de Mantenimiento del Puente Picota, Provincia de Picota, Departamento de San Martín - 2019"								
Condición General del Elemento Evaluado								
Elementos		Calificación %					Total (%)	
N°	DESCRIPCIÓN	5	4	3	2	1		0
301	Capa Asfáltica				4	96		100
180	Cables Principales de Acero			2	3	95		100
101	Losa de Concreto Armado (Refuerzo Longitudinal)				2	98		100
240	Elevación de Pilares Concreto Armado			10	2	88		100
104	Losa de Concreto Armado (Refuerzo Transversal)				2	98		100
110	Viga Principal de Concreto Armado				2	98		100
354	Parapeto de Concreto Armado			1	3	96		100
341	Planchas Deslizantes				4	96		100
182	Torres de Acero				10	90		100
183	Péndolas de Acero con Socket				6	94		100
355	Guardavías		100					100
401	Márgenes de Río			100				100
134	Muro con Contrafuerte				4	96		100
117	Arriostre de Acero				5	95		100
185	Vigas de Rigidez				2	98		100
161	Vigas Transversales de Acero				3	97		100
311	Veredas de Concreto				6	94		100
181	Cámara de Anclaje				3	97		100

"Diagnóstico de Patologías y su Incidencia en una Propuesta de Mantenimiento del Puente Picota, Provincia de Picota, Departamento de San Martín - 2019"					
Condición Estadística del Puente					
Elementos		Condición Estadística del Elemento	Factor de Importancia del Elemento	Contribución del Elemento del Puente	Condición Estadística
N°	DESCRIPCIÓN				
301	Capa Asfáltica	1.43	0.60	0.86	3.10
180	Cables Principales de Acero	1.93	1.00	1.93	
101	Losa de Concreto Armado (Ref. Long.)	1.28	1.00	1.28	
240	Elevación de Pilares Concreto Armado	2.57	1.00	2.57	
104	Losa de Concreto Armado (Ref. Trans.)	1.28	1.00	1.28	
110	Viga Principal de Concreto Armado	1.28	1.00	1.28	
354	Parapeto de Concreto Armado	1.73	0.60	1.04	
341	Planchas Deslizantes	1.43	0.60	0.86	
182	Torres de Acero	1.68	1.00	1.68	
183	Péndolas de Acero con Socket	1.53	1.00	1.53	
355	Guardavías	4.00	0.60	2.40	
401	Márgenes de Río	3.00	0.40	1.20	
134	Muro con Contrafuerte	1.43	1.00	1.43	
117	Arriostre de Acero	1.48	1.00	1.48	
185	Vigas de Rigidez	1.28	1.00	1.28	
161	Vigas Transversales de Acero	1.36	1.00	1.36	
311	Veredas de Concreto	1.53	0.60	0.92	
181	Cámara de Anclaje	1.36	1.00	1.36	
<p><i>Analizando los grados de deterioro de los elementos de inspeccionados se encontró que la condición estadística del puente Picota es 3.10, encontrándose en Mala Condición</i></p>		<i>Calificación</i>		<i>Rango Condición</i>	
		0	<i>Muy Bueno</i>	<i>0.00-0.99</i>	
		1	<i>Bueno</i>	<i>1.00-1.99</i>	
		2	<i>Regular</i>	<i>2.00-2.99</i>	
		3	<i>Malo</i>	<i>3.00-3.99</i>	
		4	<i>Muy Malo</i>	<i>4.00-4.99</i>	
5	<i>Pésimo</i>	<i>5.00-5.99</i>			
Fuente: Elaboración Propia					

3	MALO	<p><i>La pérdida de sección, deterioro o socavación afectan seriamente a los elementos estructurales primarios. Hay posibilidad de fracturas locales, pueden presentarse rajaduras en el concreto o fatigas en el acero.</i></p>
----------	-------------	--

3.1.6. RESUMEN DE PATOLOGÍAS POR ELEMENTO Y GRADO DE SEVERIDAD

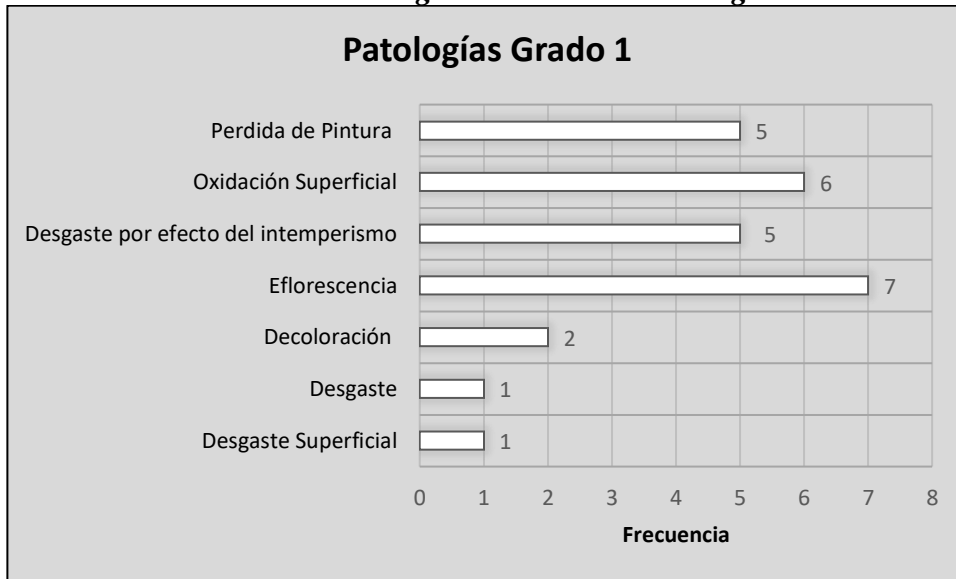
Tabla 23: Patologías encontradas en los elementos según grado de severidad

"Diagnóstico de Patologías y su Incidencia en una Propuesta de Mantenimiento del Puente Picota, Provincia de Picota, Departamento de San Martín - 2019"							
PATOLOGÍAS ENCONTRADAS EN LOS ELEMENTOS SEGÚN GRADO DE SEVERIDAD							
ELEMENTOS		GRADO DE SEVERIDAD					
N°	DESCRIPCIÓN	5	4	3	2	1	0
301	Capa Asfáltica				Fisuras <1.5 mm 1%	Desgaste Superficial 96%	
					Desgaste Superficial con exposición de agregados 3%		
180	Cables Principales			Perdida de sección 2%	Oxidación Intermedia 3%	Desgaste 95%	
101	Losa de Concreto Armado (Ref. Long.)				Fisuras <1.5 mm 2%	Decoloración 89%	
						Eflorescencia 9%	
240	Elevación de Pilares Concreto Armado			Socavación 10%	Fisuras <1.5 mm 2%	Eflorescencia 80%	
						Desgaste por efecto de intemperismo 8%	
104	Losa de Concreto Armado				Fisuras <1.5 mm 2%	Decoloración 68%	
						Eflorescencia 30%	
110	Viga Principal de Concreto Armado				Fisuras <1.5 mm 2%	Eflorescencia 80%	
						Desgaste por efecto de intemper. 18%	
354	Parapeto de Concreto Armado			Delaminación con Exposición de Acero 1%	Fisuras <1.5 mm 3%	Eflorescencia 85%	
						Desgaste por efecto de intemper. 11%	

341	Planchas Deslizantes				Corrosión con Picaduras 4%	Oxidación Superficial 96%	
182	Torres de Acero				Corrosión Superficial 10%	Oxidación Superficial 30%	
						Perdida de Pintura 60%	
183	Péndolas de Acero con Socket				Corrosión Superficial 6%	Oxidación Superficial 40%	
						Perdida de Pintura 54%	
355	Guardavías		Derruido 100%				
401	Márgenes de Río			Socavación General del Cauce 50%			
				Erosión de las Márgenes del Río 30%			
				Colapso de las Estructuras de Protección 20%			
134	Muro con Contrafuerte				Fisuras <1.5 mm 4%	Eflorescencia 21%	
						Desgaste por efecto de intemper. 75%	
117	Arriostre de Acero				Corrosión Superficial 5%	Oxidación Superficial 35%	
						Perdida de Pintura 60%	
185	Vigas de Rigidez				Corrosión Superficial 2%	Oxidación Superficial 36%	
						Perdida de Pintura 62%	
161	Vigas Transversales				Corrosión Superficial 3%	Oxidación Superficial 32%	
						Perdida de Pintura 65%	
311	Veredas de Concreto				Fisuras <1.5 mm 6%	Eflorescencia 45%	
						Desgaste por efecto de intemper. 49%	
181	Cámara de Anclaje				Fisuras <1.5 mm 3%	Eflorescencia 47%	
						Desgaste por efecto de intemper. 50%	
Fuente: Elaboración Propia							

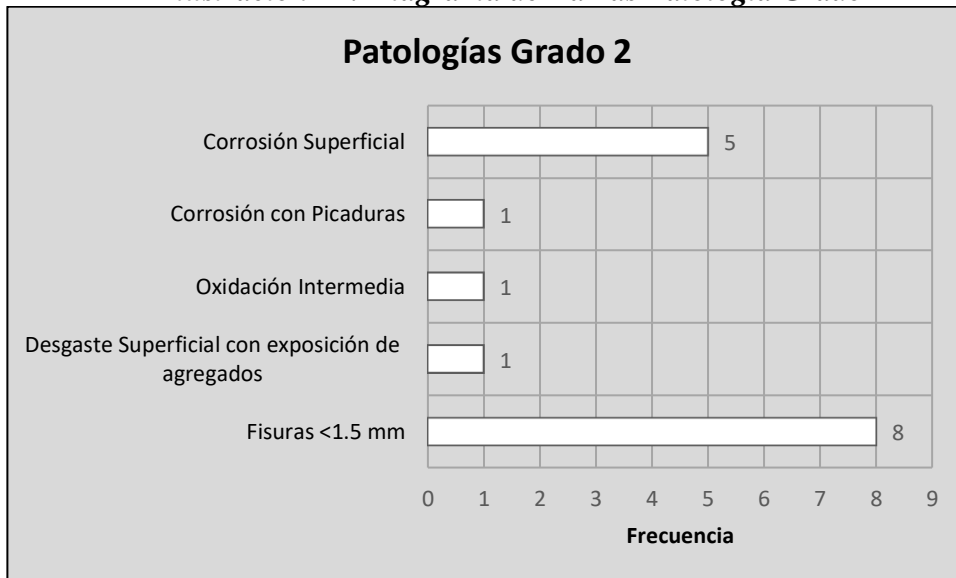
3.1.7. FRECUENCIA DE PATOLOGÍAS

Ilustración 21: Diagrama de Barras Patología Grado 1



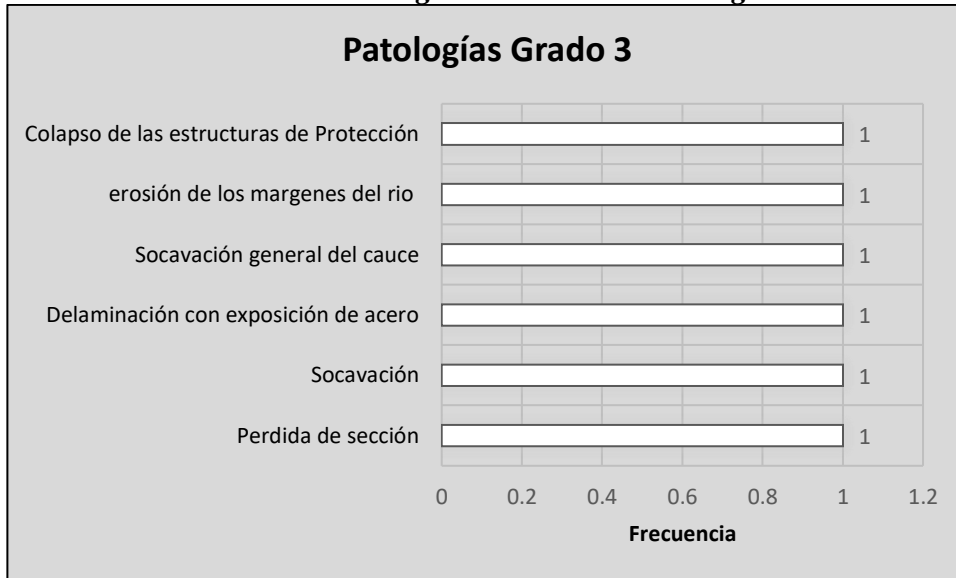
Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 22: Diagrama de Barras Patología Grado 2



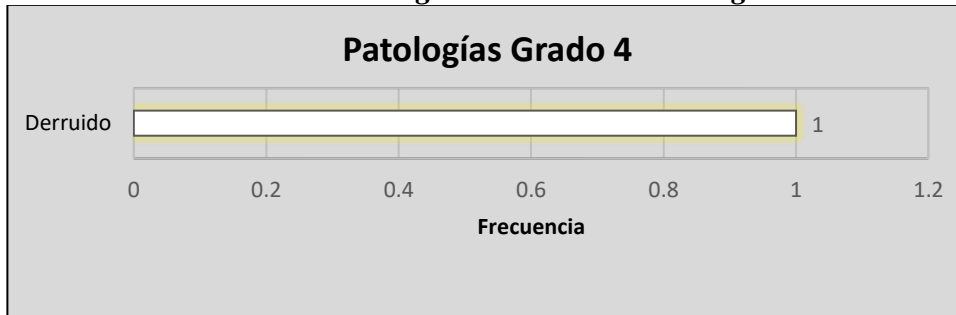
Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 23: Diagrama de Barras Patología Grado 3



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 24: Diagrama de Barras Patología Grado 4



Fuente: Elaboración Propia

3.1.8. Frecuencia de patologías y porcentaje de afectación

Tabla 24: Frecuencia de Patologías y Porcentaje de afectación

"Diagnóstico de Patologías y su Incidencia en una Propuesta de Mantenimiento del Puente Picota, Provincia de Picota, Departamento de San Martín - 2019"			
Patología	Σ % de patologías encontradas en los elementos	% de afectación respecto al puente	Frecuencia
<i>Desgaste Superficial</i>	96	5.33	1
<i>Desgaste</i>	95	5.28	1
<i>Decoloración</i>	157	8.72	2
<i>Eflorescencia</i>	400	22.22	8
<i>Desgaste por Efecto del Intemperismo</i>	208	11.56	6
<i>Oxidación Superficial</i>	269	14.94	6
<i>Perdida de Pintura</i>	301	16.72	5
<i>Fisuras <1.5 mm</i>	25	1.39	9
<i>Desgaste Superficial con Exposición de Agregados</i>	3	0.17	1
<i>Oxidación Intermedia</i>	3	0.17	1
<i>Corrosión con Picaduras</i>	4	0.22	1
<i>Corrosión Superficial</i>	26	1.44	5
<i>Perdida de Sección</i>	2	0.11	1
<i>Socavación</i>	10	0.56	1
<i>Delaminación con Exposición de Acero</i>	1	0.06	1
<i>Socavación General del Cauce</i>	50	2.78	1
<i>Erosión de los Márgenes del Río</i>	30	1.67	1
<i>Colapso de las Estructuras de Protección</i>	20	1.11	1
<i>Derruido</i>	100	5.56	1
Totales	1800.00	100.00	53.00

Fuente: Elaboración Propia

3.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En el siguiente apartado se analizarán los resultados obtenidos de las patologías de los elementos estructurales que conforman el puente Picota los cuales son:

Tabla 25: Resumen de Elementos de Puente

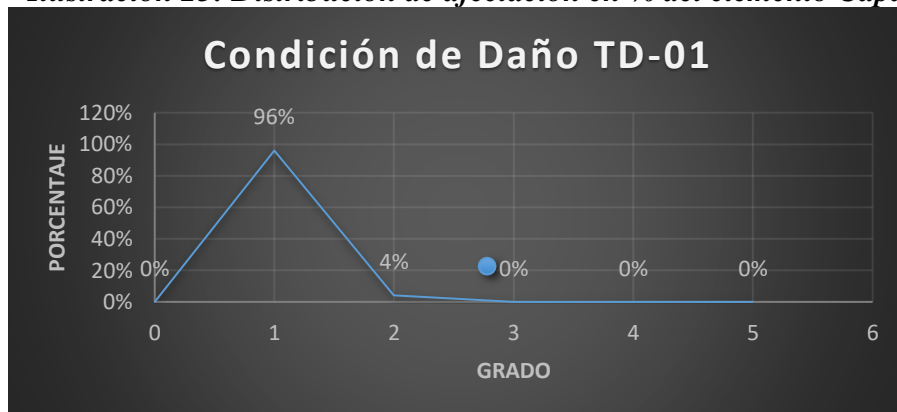
"Diagnóstico de Patologías y su Incidencia en una Propuesta de Mantenimiento del Puente Picota, Provincia de Picota, Departamento de San Martín - 2019"				
Elementos		Und.	Cantidad	Código
N°	DESCRIPCIÓN			
301	Capa Asfáltica	m ²	1584.00	TD - 01
180	Cables Principales de Acero	ml	4160.00	TD - 02
101	Losa de Concreto Armado (Ref.Long.)	m ³	316.80	TD - 03
240	Elevación de Pilares Concreto Armado	und	2.00	TD - 04
104	Losa de Concreto Armado (Ref. Trans.)	m ³	28.80	TD - 05
110	Viga Principal de Concreto Armado	m ³	18.00	TD - 06
354	Parapeto de Concreto Armado	ml	40.00	TD - 07
341	Planchas Deslizantes	ml	28.80	TD - 08
182	Torres de Acero	und	2.00	TD - 09
183	Péndolas de Acero con Socket	glb	1.00	TD - 10
355	Guardavías	ml	40.00	TD - 11
401	Márgenes de Río	ml	40.00	TD - 12
134	Muro con Contrafuerte	m ³	27.00	TD - 13
117	Arriostre de Acero	ml	484.00	TD - 14
185	Vigas de Rigidez	ml	440.00	TD - 15
161	Vigas Transversales de Acero	ml	739.20	TD - 16
311	Veredas de Concreto	m ²	264.00	TD - 17
181	Cámara de Anclaje	und	4.00	TD - 18

Fuente: Elaboración Propia

Capa Asfáltica

El elemento TD – 01 (Capa asfáltica) de 1584.00 m², tiene el mayor porcentaje de afectación en el grado 1 con 96% donde observamos desgaste superficial, mientras que el 4% se encuentra en el grado 2 donde se observa fisuras y desgastes superficial con exposición de agregados.

Ilustración 25: Distribución de afectación en % del elemento Capa Asfáltica

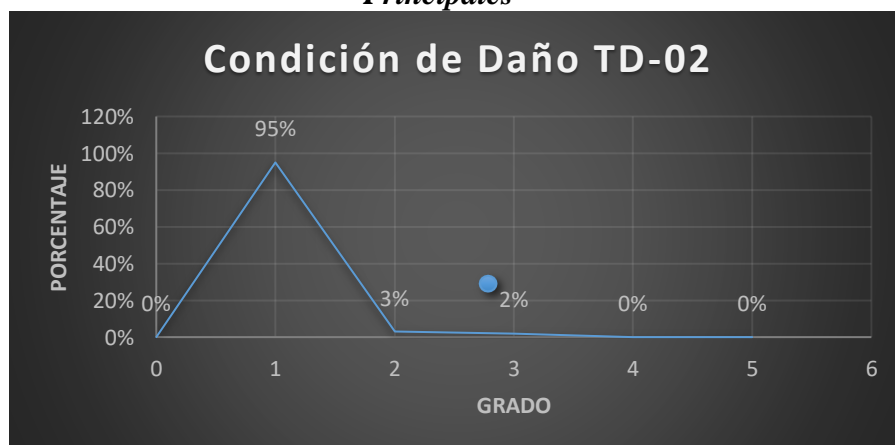


Fuente: Elaboración Propia

Cables Principales

El elemento TD – 02 (Cables Principales) de 4160.00 ml, tiene el mayor porcentaje de afectación en el grado 1 con 95% donde observamos desgaste del elemento producto de la exposición a la intemperie, el 3% se encuentra en el grado 2 donde se observa Oxidación intermedia, mientras que el 1% se encuentra en el grado 3 donde se observa pérdida de la sección del elemento.

Ilustración 26: Distribución de afectación en % del elemento Cables Principales

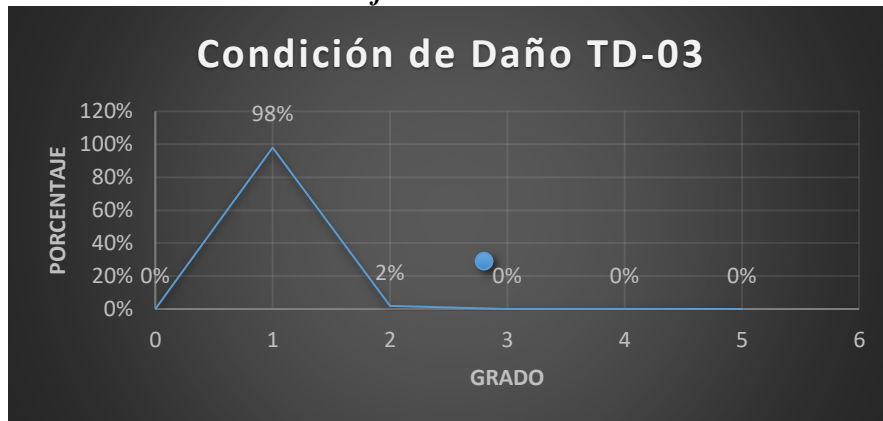


Fuente: Elaboración Propia

Losa de Concreto Armado (Refuerzo Longitudinal)

El elemento TD – 03 (Losa de Concreto Armado – Refuerzo Longitudinal) de 316.80 m³, tiene el mayor porcentaje de afectación en el grado 1 con 98% donde observamos decoloración y eflorescencia en el elemento, mientras que el 2% se encuentra en el grado 2 donde se observa fisuras < 1.5mm.

Ilustración 27: Distribución de afectación en % del elemento Losa de Concreto

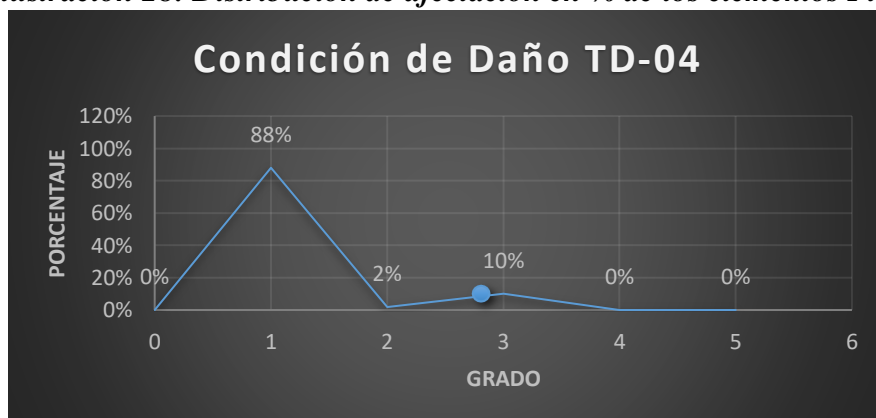


Fuente: Elaboración Propia

Pilares

El elemento TD – 04 (Elevación de Pilares Concreto Armado) consta de dos pilares tipo marco una en cada margen del rio, tiene el mayor porcentaje de afectación en el grado 1 con 88% donde observamos eflorescencia y desgaste por efecto del intemperismo, mientras que el 2% se encuentra en el grado 2 donde se observa fisuras < 1.5mm y el 10% se encuentra en el grado 3 donde se observa socavación.

Ilustración 28: Distribución de afectación en % de los elementos Pilares

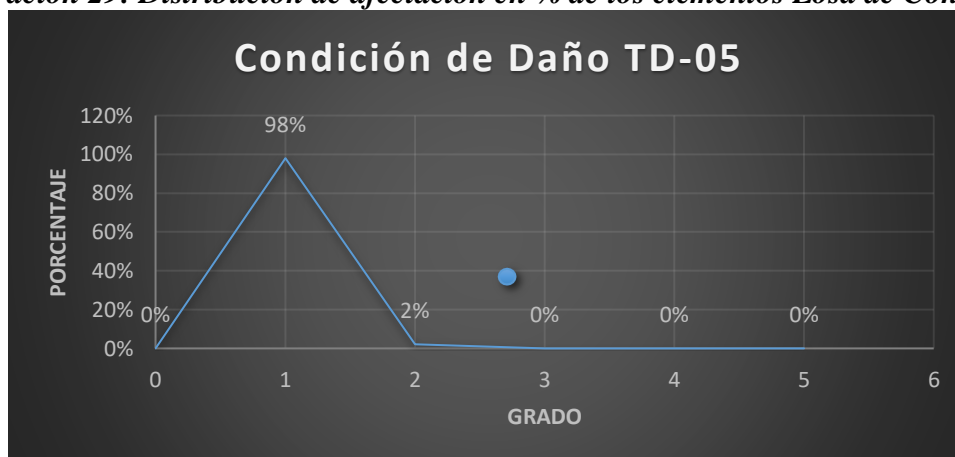


Fuente: Elaboración Propia

Losa de Concreto Armado (Refuerzo Transversal)

El elemento TD – 05 (Losa de Concreto Armado Refuerzo Transversal) de 28.80 m³, tiene el mayor porcentaje de afectación en el grado 1 con 98% donde observamos eflorescencia y decoloración, mientras que el 2% se encuentra en el grado 2 donde se observa fisuras < 1.5mm.

Ilustración 29: Distribución de afectación en % de los elementos Losa de Concreto

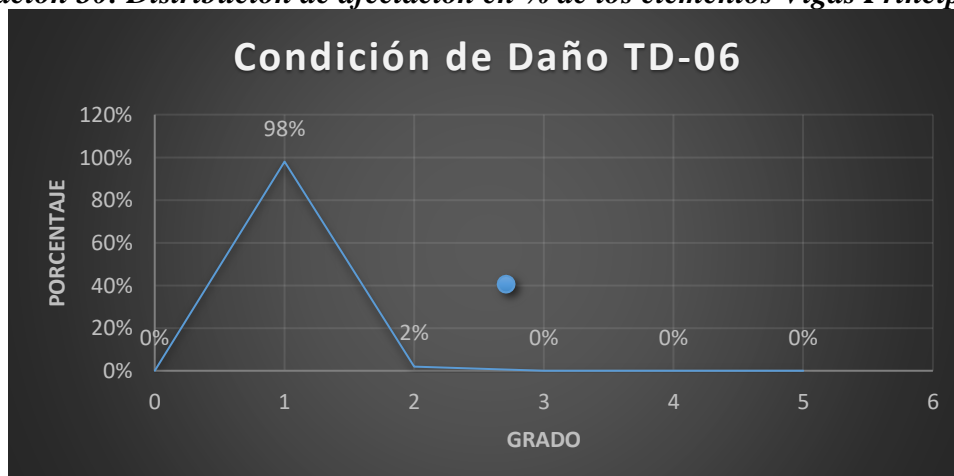


Fuente: Elaboración Propia

Viga Principal de Concreto Armado

El elemento TD – 06 (Viga Principal de Concreto Armado) de 18.00 m³, tiene el mayor porcentaje de afectación en el grado 1 con 98% donde observamos eflorescencia y desgaste por efecto del intemperismo, mientras que el 2% se encuentra en el grado 2 donde se observa fisuras < 1.5mm.

Ilustración 30: Distribución de afectación en % de los elementos Vigas Principales

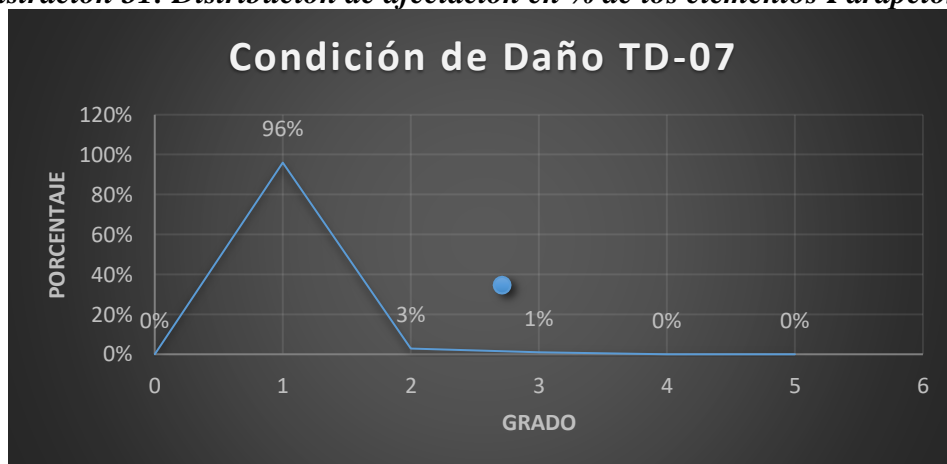


Fuente: Elaboración Propia

Parapeto de Concreto Armado

El elemento TD – 07 (Parapeto de Concreto Armado) de 40.00 m³, tiene el mayor porcentaje de afectación en el grado 1 con 96% donde observamos eflorescencia y desgaste por efecto del intemperismo, mientras que el 3% se encuentra en el grado 2 donde se observa fisuras < 1.5mm y el 1% restante se encuentra en el grado 3 con presencia de delaminación con exposición de acero.

Ilustración 31: Distribución de afectación en % de los elementos Parapetos

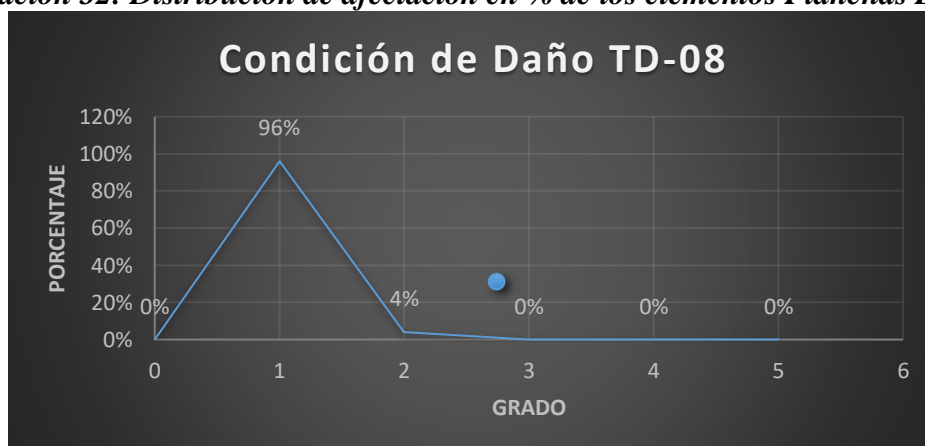


Fuente: Elaboración Propia

Planchas Deslizantes.

El elemento TD – 08 (Planchas Deslizantes) de 28.80 ml, tiene el mayor porcentaje de afectación en el grado 1 con 96% donde observamos oxidación superficial, mientras que el 4% se encuentra en el grado 2 donde se observa corrosión con picaduras.

Ilustración 32: Distribución de afectación en % de los elementos Planchas Desl.

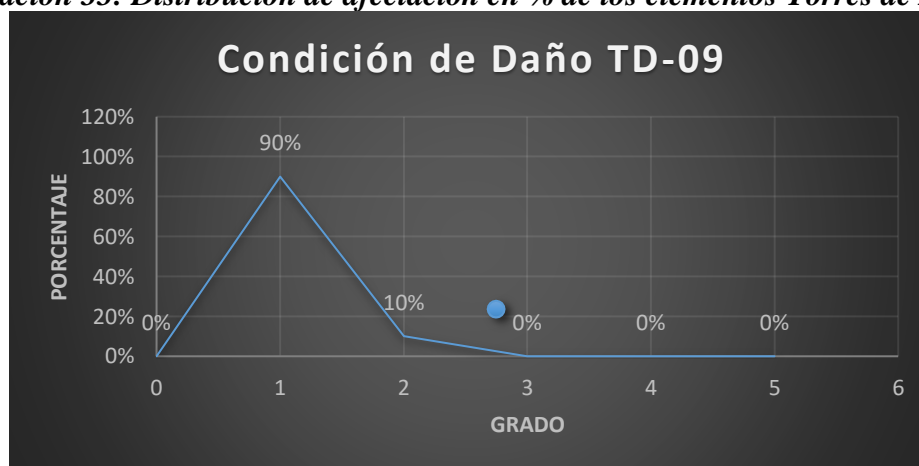


Fuente: Elaboración Propia

Torres de Acero

El elemento TD – 09 (Torres de Acero) consta con 2 torres, ubicados en cada uno de los márgenes del río, tiene el mayor porcentaje de afectación en el grado 1 con 90% donde observamos oxidación superficial y pérdida de pintura, mientras que el 10% se encuentra en el grado 2 donde se observa corrosión superficial.

Ilustración 33: Distribución de afectación en % de los elementos Torres de Acero

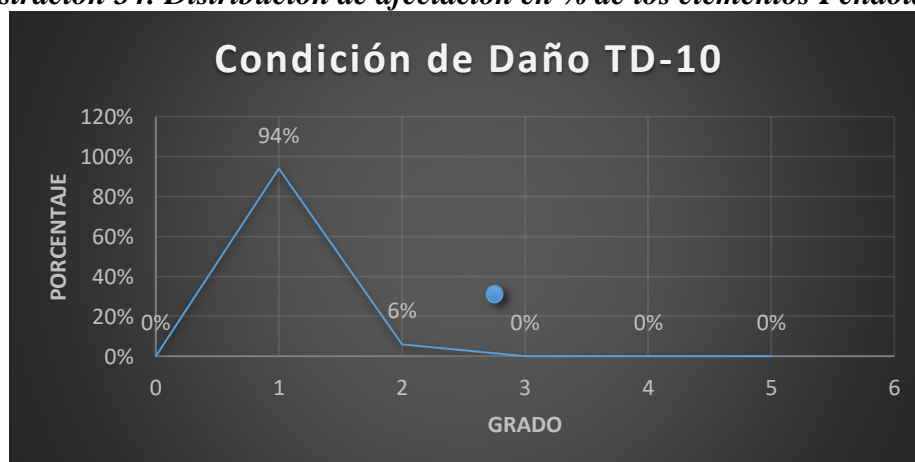


Fuente: Elaboración Propia

Péndolas de Acero

El elemento TD – 10 (Péndolas de Acero), tiene el mayor porcentaje de afectación en el grado 1 con 94% donde observamos oxidación superficial y pérdida de pintura, mientras que el 6% se encuentra en el grado 2 donde se observa corrosión superficial.

Ilustración 34: Distribución de afectación en % de los elementos Péndolas

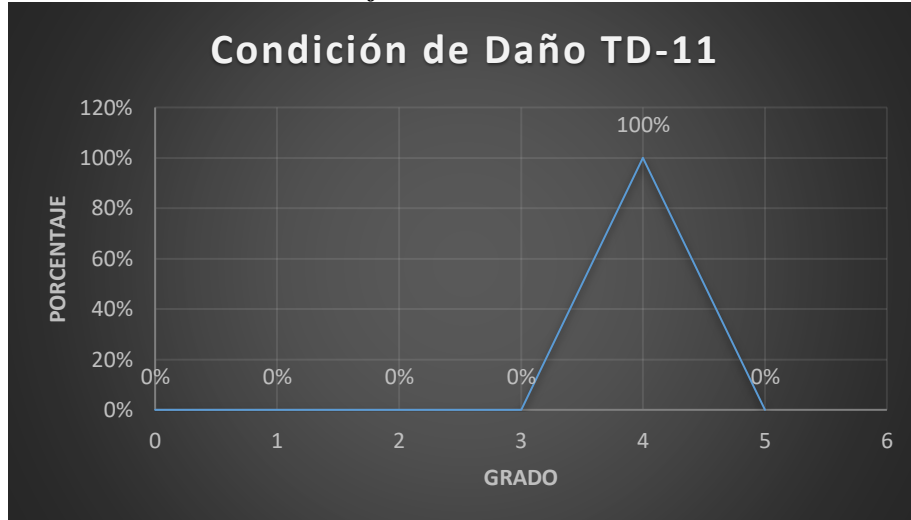


Fuente: Elaboración Propia

Guardavías

El elemento TD – 11 (Guardavías), de 40 ml, tiene una afectación total de grado 4 al 100% donde es evidente que este elemento tiene que ser remplazado completamente.

Ilustración 35: Distribución de afectación en % de los elementos Guardavías

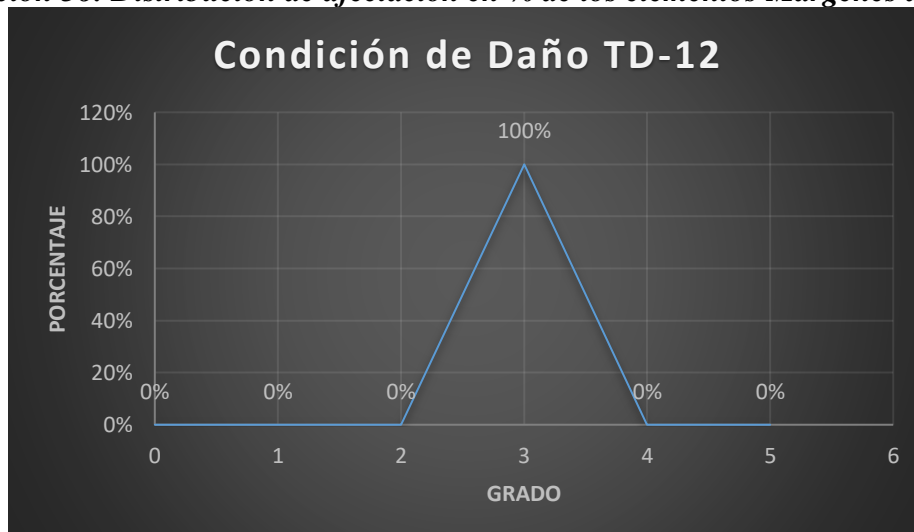


Fuente: Elaboración Propia

Márgenes de Río

El elemento TD – 12 (Márgenes de Río), de 40 ml, tiene una afectación total de grado 3 al 100% donde es evidente la pronta y necesaria intervención para resguardar la estructura del puente.

Ilustración 36: Distribución de afectación en % de los elementos Márgenes de Río

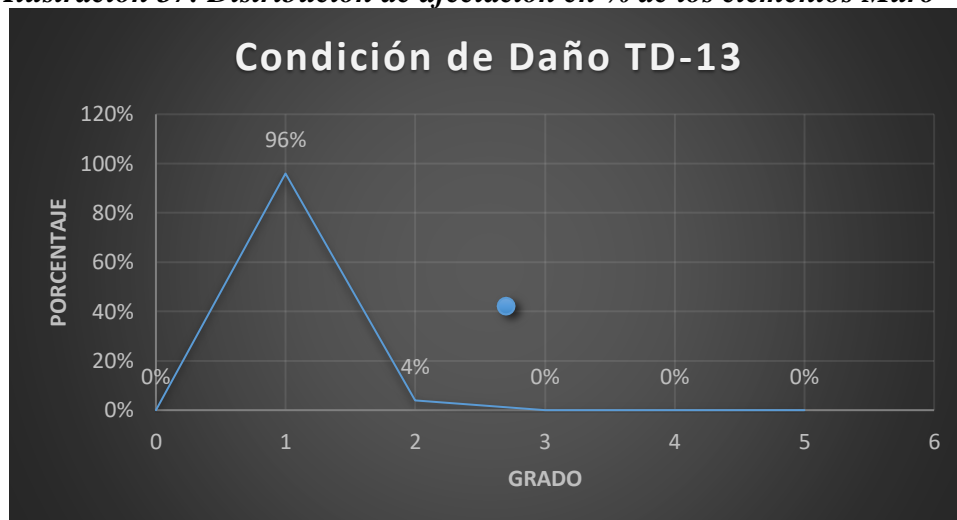


Fuente: Elaboración Propia

Muro con Contrafuerte

El elemento TD – 13 (Muros con Contrafuerte) de 27.00 m³, tiene el mayor porcentaje de afectación en el grado 1 con 96% donde observamos eflorescencia y desgaste por efecto del intemperismo, mientras que el 4% se encuentra en el grado 2 donde se observa fisuras < 1.5mm.

Ilustración 37: Distribución de afectación en % de los elementos Muro

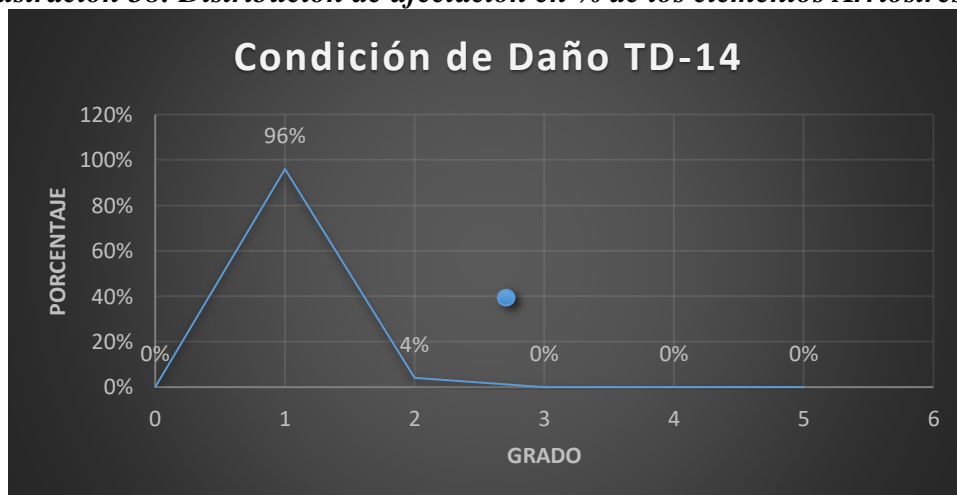


Fuente: Elaboración Propia

Arriostres de Acero

El elemento TD – 14 (Arriostres de Acero), tiene el mayor porcentaje de afectación en el grado 1 con 95% donde observamos oxidación superficial y pérdida de pintura, mientras que el 5% se encuentra en el grado 2 donde se observa corrosión superficial.

Ilustración 38: Distribución de afectación en % de los elementos Arriostres

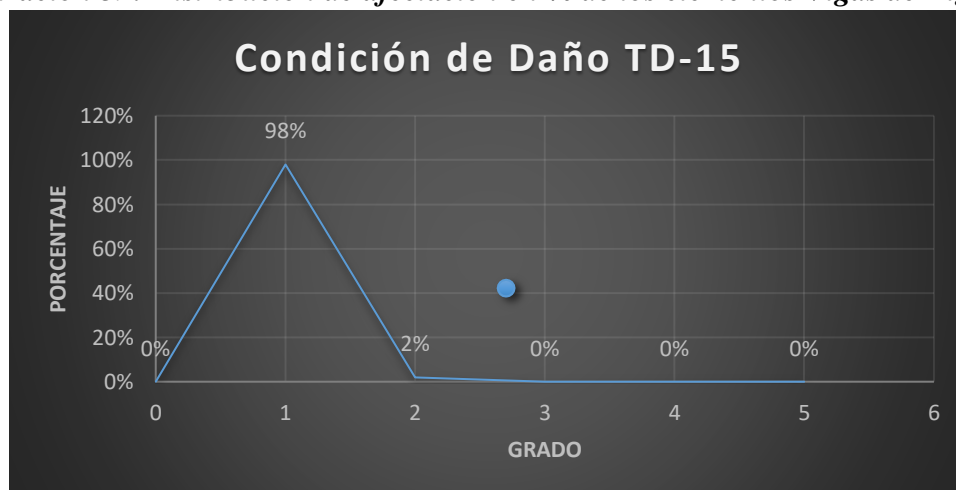


Fuente: Elaboración Propia

Vigas de Rigidez

El elemento TD – 15 (Vigas de Rigidez), tiene el mayor porcentaje de afectación en el grado 1 con 98% donde observamos oxidación superficial y pérdida de pintura, mientras que el 2% se encuentra en el grado 2 donde se observa corrosión superficial.

Ilustración 39: Distribución de afectación en % de los elementos Vigas de Rigidez

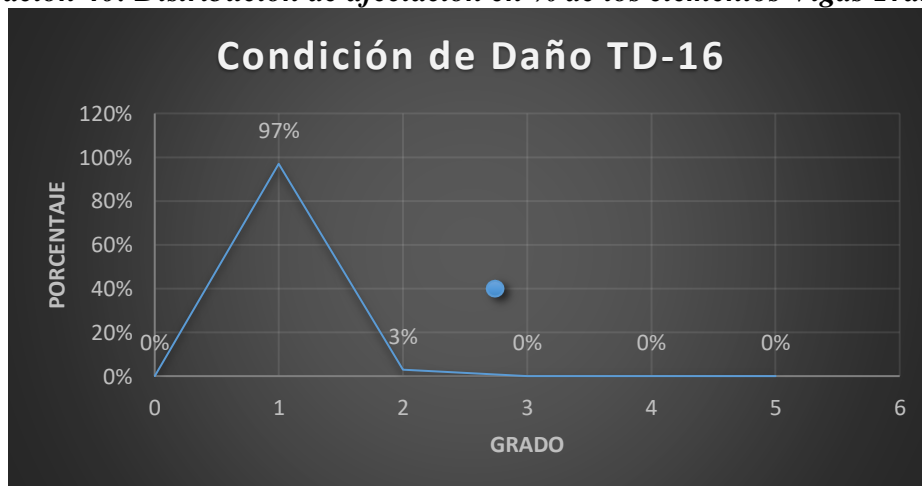


Fuente: Elaboración Propia

Vigas Transversales

El elemento TD – 16 (Vigas Transversales), tiene el mayor porcentaje de afectación en el grado 1 con 97% donde observamos oxidación superficial y pérdida de pintura, mientras que el 3% se encuentra en el grado 2 donde se observa corrosión superficial.

Ilustración 40: Distribución de afectación en % de los elementos Vigas Transv.

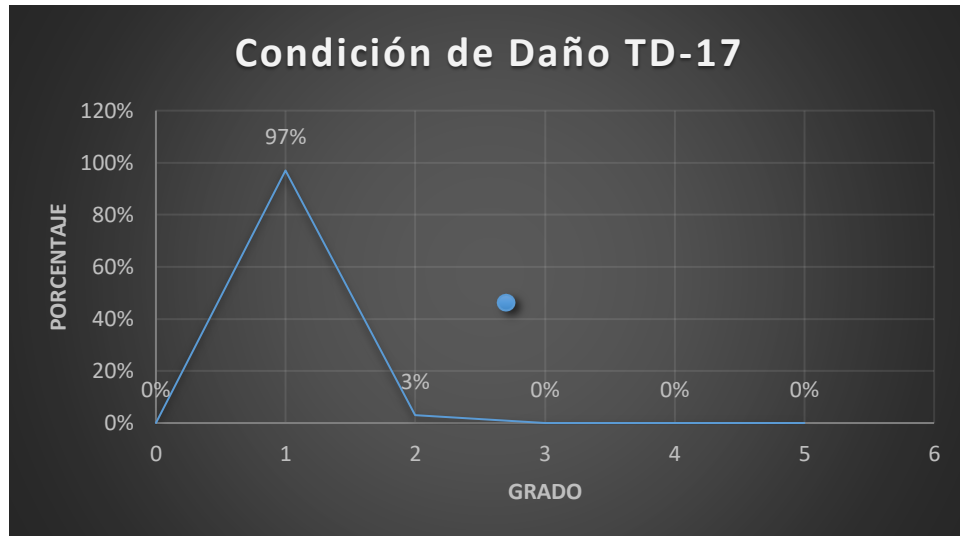


Fuente: Elaboración Propia

Veredas de Concreto

El elemento TD – 17 (Veredas de Concreto), con 264.00 m², tiene el mayor porcentaje de afectación en el grado 1 con 94% donde observamos Eflorescencia y desgaste pro efecto del intemperismo, mientras que el 6% se encuentra en el grado 2 donde se observa Fisuras <1.5 mm.

Ilustración 41: Distribución de afectación en % de los elementos Veredas de Conc.

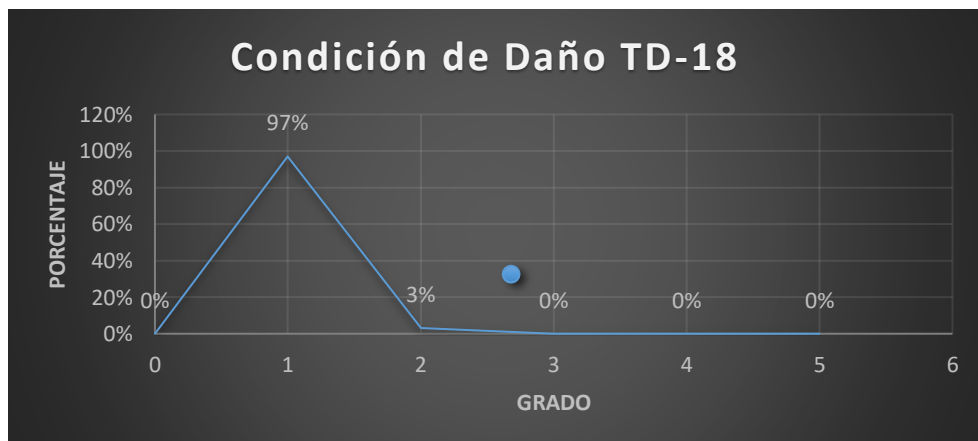


Fuente: Elaboración Propia

Cámara de Anclaje

El elemento TD – 18 (Cámara de Anclaje), con 4 unid, tiene el mayor porcentaje de afectación en el grado 1 con 97% donde observamos Eflorescencia y desgaste pro efecto del intemperismo, mientras que el 3% se encuentra en el grado 2 donde se observa Fisuras <1.5 mm.

Ilustración 42: Distribución de afectación en % de los elementos Veredas de Conc.



Fuente: Elaboración Propia

3.2.1. EVALUACIÓN DEL PUENTE PICOTA

Condición Estadística De Los Elementos Y Del Puente

Algoritmos para el análisis.

En esta sección se describe los principales criterios empleados para las opciones de análisis. Los criterios y metodologías, se utilizan al escribir los códigos.

- **Concepto de condición estadística**

Esta sección contiene una explicación y fundamentación ampliada respecto a los procedimientos de cálculo para encontrar un número que califique la condición del puente. Se introduce el concepto de condición estadística, como aquel número que califique la situación del puente y de cada uno de sus elementos. Este valor se deduce de la condición en campo, que corresponde a varios números, expresados en la forma de porcentajes de la situación del elemento en la escala de 0 a 5.

En la condición en campo, la situación del elemento está definida por porcentajes, uno para cada escala. Esta condición, está relacionada directamente con las necesidades de reparación o sustitución del elemento.

La condición estadística, corresponde a un solo número que calificaría situación integral del elemento. Es utilizada para el cálculo de la condición del puente, y de ahí para la priorización. Obsérvese que puede darse el caso de varias condiciones de campo que conduzcan a un mismo valor de condición estadística.


En esta sección se describen los criterios y metodologías empleados para las opciones de análisis.

3.2.2. CONDICIÓN ESTADÍSTICA DE UN ELEMENTO

Como se mencionó, se introduce el concepto de condición estadística que simplifica en un número, la información de la condición del elemento proveniente, del trabajo de campo.

La intención es expresar esta situación dispersa, en un solo número que represente la condición global de cada elemento. El procedimiento adoptado por el SCAP, es como sigue:

Tabla 26: Porcentaje de Evaluación de Campo de Cada Elemento del Puente

"Diagnóstico de Patologías y su Incidencia en una Propuesta de Mantenimiento del Puente Picota, Provincia de Picota, Departamento de San Martín - 2019"								
Condición General del Elemento Evaluado								
Elementos		Calificación %						Total (%)
N°	DESCRIPCIÓN	5	4	3	2	1	0	
301	Capa Asfáltica				04	96		100
180	Cables Principales de Acero			02	03	95		100
101	Losa de Concreto Armado				02	98		100
240	Elevación de Pilares Concreto Armado			10	02	88		100
104	Losa de Concreto Armado				02	98		100
110	Viga Principal de Concreto Armado				02	98		100
354	Parapeto de Concreto Armado			01	03	96		100
341	Planchas Deslizantes				04	96		100
182	Torres de Acero				10	90		100
183	Péndolas de Acero con Socket				06	94		100
355	Guardavías		100					100
401	Márgenes de Río			100				100
134	Muro con Contrafuerte				04	96		100
117	Arriostre de Acero				05	95		100
185	Vigas de Rigidez				02	98		100
161	Vigas Transversales de Acero				03	97		100
311	Veredas de Concreto				06	94		100
181	Cámara de Anclaje				03	97		100

Fuente: Elaboración Propia

Después de haber encontrado los % de daño de las patologías de cada elemento según el procedimiento del SCAP .se utiliza los datos de la condición en que se encuentra cada elemento evaluado del puente. Como, por ejemplo, evaluaremos en el primer paso.

a) El primer paso corresponde a ajustar la distribución de porcentajes, a condiciones umbral. Este ajuste se basa en la percepción, de que, si un porcentaje significativo de un elemento está en un nivel dado de condición, entonces el elemento debiera ser evaluado como si totalmente estuviera en esa condición. El proceso de ajuste corresponde a dividir el porcentaje de distribución de campo por aquel del umbral, y multiplicar el resultado por 100.

Adoptamos un umbral del 3% para el nivel de condición 5, y 25% para los otros estados. Esto significa, por ejemplo, que basta que el 3% del elemento este en la condición 5 (pésimo), para considerar esta situación como la del total del elemento. Igualmente, si el 25% del elemento está en la condición 4 (muy malo), esta será la condición del elemento.

Ejemplo de procedimiento. En el elemento TD 01 como es capa de asfalto, su nivel de condición de daño es bueno 96% y 4% de nivel de daño regular. Siguiendo procedimiento para que se procese la siguiente tabla 27.

Elemento TD 01 = Nivel de condición bueno = $96 \times 100/25 = 384$

Nivel de condición malo = $4 \times 100/25 = 16$

De esa manera será la evaluación para cada elemento según tablas a continuación.

El resultado del primer paso para el ejemplo, se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 27: Ajuste según porcentaje umbral ($\%campo \cdot 100 / umbral$. Porcentaje ajustados de la condición para cada elemento.

Elementos		Nivel de Condición					
N°	DESCRIPCIÓN	5	4	3	2	1	0
301	Capa Asfáltica				16	384	
180	Cables Principales de Acero			08	12	380	
101	Losa de Concreto Armado				08	392	
240	Elevación de Pilares Concreto Armado			40	08	352	
104	Losa de Concreto Armado				08	392	
110	Viga Principal de Concreto Armado				08	392	
354	Parapeto de Concreto Armado			04	12	384	
341	Planchas Deslizantes				16	384	
182	Torres de Acero				40	360	
183	Péndolas de Acero con Socket				24	376	
355	Guardavías		400				
401	Márgenes de Río			400			
134	Muro con Contrafuerte				16	384	
117	Arriostre de Acero				20	380	
185	Vigas de Rigidez				08	392	
161	Vigas Transversales de Acero				12	388	
311	Veredas de Concreto				24	376	
318	Cámara de Anclaje				12	388	

Fuente: Elaboración Propia

b) Tabla 28. Suma de porcentajes ajustándolos de la condición de los Elementos de la tabla 27

Tabla 28: Suma por elemento comenzando por la condición 5 hasta que la suma exceda de 100% Suma de porcentajes ajustados de la condición para cada elemento

Elementos		Calificación %					
N°	DESCRIPCIÓN	5	4	3	2	1	0
301	Capa Asfáltica				16	400	400
180	Cables Principales de Acero			08	20	400	400
101	Losa de Concreto Armado				08	400	400
240	Elevación de Pilares Concreto Armado			40	48	400	400
104	Losa de Concreto Armado				08	400	400
110	Viga Principal de Concreto Armado				08	400	400
354	Parapeto de Concreto Armado			04	16	400	400
341	Planchas Deslizantes				16	400	400
182	Torres de Acero				40	400	400
183	Péndolas de Acero con Socket				24	400	400
355	Guardavías		400	400	400	400	400
401	Márgenes de Río			400	400	400	400
134	Muro con Contrafuerte				16	400	400
117	Arriostre de Acero				20	400	400
185	Vigas de Rigidez				08	400	400
161	Vigas Transversales de Acero				12	400	400
311	Veredas de Concreto				24	400	400
181	Cámara de Anclaje				12	400	400
Fuente: Elaboración Propia							

c) En el segundo paso, se acumulan los porcentajes ajustados, desde la condición más pobre a aquella muy buena. La suma se detiene al sobrepasar 100. Siguiendo el siguiente paso los resultados son Reajustados en las fórmulas del SCAP en las tablas.

Tabla 29: Nivel de la Condición

Elementos		Calificación %					
N°	DESCRIPCIÓN	5	4	3	2	1	0
301	Capa Asfáltica				16	400	
180	Cables Principales de Acero			08	20	400	
101	Losa de Concreto Armado (Refuerzo Longitudinal)				08	400	
240	Elevación de Pilares Concreto Armado			40	48	400	
104	Losa de Concreto Armado (Refuerzo Transversal)				08	400	
110	Viga Principal de Concreto Armado				08	400	
354	Parapeto de Concreto Armado			04	16	400	
341	Planchas Deslizantes				16	400	
182	Torres de Acero				40	400	
183	Péndolas de Acero con Socket				24	400	
355	Guardavías		400				
401	Márgenes de Río			400			
134	Muro con Contrafuerte				16	400	
117	Arriostre de Acero				20	400	
185	Vigas de Rigidez				08	400	
161	Vigas Transversales de Acero				12	400	
311	Veredas de Concreto				24	400	
181	Cámara de Anclaje				12	400	
Fuente: Elaboración Propia							

d) Para el resultado de la siguiente tabla se suman todas las condiciones de cada elemento, iniciando la suma de la condición más pésima hasta llegar a la condición muy buena, hasta que la suma se exceda del 100% para cada elemento.

Tabla 30: Suma por elemento comenzando por la condición 5 hasta que la suma exceda de 100% Suma de porcentajes ajustados de la condición para cada elemento

Elementos		Calificación %					
N°	DESCRIPCIÓN	5	4	3	2	1	0
301	Capa Asfáltica				16	416	416
180	Cables Principales de Acero			08	28	428	428
101	Losa de Concreto Armado				08	408	408
240	Elevación de Pilares Concreto Armado			40	88	488	488
104	Losa de Concreto Armado				08	408	408
110	Viga Principal de Concreto Armado				08	408	408
354	Parapeto de Concreto Armado			04	20	420	420
341	Planchas Deslizantes				16	416	416
182	Torres de Acero				40	440	440
183	Péndolas de Acero con Socket				24	424	424
355	Guardavías		400	400	400	400	400
401	Márgenes de Río			400	400	400	400
134	Muro con Contrafuerte				16	416	416
117	Arriostre de Acero				20	420	420
185	Vigas de Rigidez				08	408	408
161	Vigas Transversales de Acero				12	412	412
311	Veredas de Concreto				24	424	424
181	Cámara de Anclaje				12	412	412

Fuente: Elaboración Propia

e) Como tercer paso, los porcentajes son reajustados con las fórmulas del SCAP nuevamente, tal que la suma sea igual a 100, que corresponde al total del elemento. El resultado se muestra en la Tabla 31. Se obtiene así, la condición de umbral.

Tabla 31: REAJUSTE DE VALORES HASTA SUMAR 100% DESDE LA CONDICIÓN MAS DESFAVORABLE Porcentajes , según ajuste final, de la condición para cada elemento

Elementos		Calificación %						
N°	DESCRIPCIÓN	5	4	3	2	1	0	%
301	Capa Asfáltica				16	84		100
180	Cables Principales de Acero			08	20	72		100
101	Losa de Concreto Armado				08	92		100
240	Elevación de Pilares Concreto Armado			40	48	12		100
104	Losa de Concreto Armado				08	92		100
110	Viga Principal de Concreto Armado				08	92		100
354	Parapeto de Concreto Armado			04	16	80		100
341	Planchas Deslizantes				16	84		100
182	Torres de Acero				40	60		100
183	Péndolas de Acero con Socket				24	76		100
355	Guardavías		100					100
401	Márgenes de Río			100				100
134	Muro con Contrafuerte				16	84		100
117	Arriostre de Acero				20	80		100
185	Vigas de Rigidez				08	92		100
161	Vigas Transversales de Acero				12	88		100
311	Veredas de Concreto				24	76		100
181	Cámara de Anclaje				12	88		100

Fuente: Elaboración Propia

f) Se adopta un criterio para la obtención de un promedio pesado por elemento. Y se usa el denominado quinto elemento, lo cual da como resultado a través de.

* Los productos del nivel de condición de umbral 0 a 5(elevado a la quinta) por el porcentaje ajustado (entre 100).

* La suma de estos productos. La raíz quinta de esta suma.

* Ejemplo elemento 301 = $2^5 \times 16/100=5.12$, y $1^5 \times 84/100=0.84$.

El resultado se ilustra en la Tabla 32 para cada elemento.

Tabla 32: CONDICIÓN ESTADÍSTICA DE CADA ELEMENTO, UTILIZANDO EL QUINTO MOMENTO Valor a nivel de condición a la quinta por el porcentaje reajustado

Elementos		Calificación %					Condición Estadística	
N°	DESCRIPCIÓN	5	4	3	2	1		0
301	Capa Asfáltica				5.12	0.84		1.43
180	Cables Principales de Acero			19.4	6.4	0.72		1.93
101	Losa de Concreto Armado				2.56	0.92		1.28
240	Elevación de Pilares Concreto Armado			97.2	15.4	0.12		2.57
104	Losa de Concreto Armado				2.56	0.92		1.28
110	Viga Principal de Concreto Armado				2.56	0.92		1.28
354	Parapeto de Concreto Armado			9.72	5.12	0.8		1.73
341	Planchas Deslizantes				5.12	0.84		1.43
182	Torres de Acero				12.8	0.6		1.68
183	Péndolas de Acero con Socket				7.68	0.76		1.53
355	Guardavías		1024					4.00
401	Márgenes de Río			243				3.00
134	Muro con Contrafuerte				5.12	0.84		1.43
117	Arriostre de Acero				6.4	0.8		1.48
185	Vigas de Rigidez				2.56	0.92		1.28
161	Vigas Transversales de Acero				3.84	0.88		1.36
311	Veredas de Concreto				7.68	0.76		1.53
181	Cámara de Anclaje				3.84	0.88		1.36

Fuente: Elaboración Propia

El resultado final es la condición estadística por elemento. Para efectos comparativos, considérese el elemento 301 del ejemplo:

* En la condición de campo, la calificación era la siguiente: 4% en la condición 2, el 96% en la condición 1.

* En la condición estadística, la calificación es de 1.43 (intermedia entre las condiciones 1 y 2). Esto muestra el carácter adecuadamente conservador del procedimiento.

3.2.3. CONDICIÓN ESTADÍSTICA DEL PUENTE – CONDICIÓN GENERAL DEL PUENTE.

A partir del cálculo de la condición estadística de los elementos, será posible calcular la condición estadística para el puente.

El método es el siguiente:

* Se determina el número de elementos del puente (N). Se determina el factor de importancia* que el elemento tiene en relación con el puente.

* Se multiplica la condición estadística de cada elemento, por su correspondiente factor de importancia. Este producto es denominado contribución del elemento al puente.

* Se identifica el mayor valor entre la contribución de los elementos.

* Se halla la sumatoria de todos los valores de la contribución de los elementos del puente.

Tabla 33: Condición Estadística General del Puente

Elementos		Condición Estadística del Elemento	Factor de Importancia del Elemento	Contribuc. del Elemento del Puente	Condición Estadíst. del Puente
N°	DESCRIPCIÓN				
301	Capa Asfáltica	1.43	0.60	0.86	3.10
180	Cables Principales de Acero	1.93	1.00	1.93	
101	Losa de Concreto Armado (Ref. Long.)	1.28	1.00	1.28	
240	Elevación de Pilares Concreto Armado	2.57	1.00	2.57	
104	Losa de Concreto Armado (Ref. Trans.)	1.28	1.00	1.28	
110	Viga Principal de Concreto Armado	1.28	1.00	1.28	
354	Parapeto de Concreto Armado	1.73	0.60	1.04	
341	Planchas Deslizantes	1.43	0.60	0.86	
182	Torres de Acero	1.68	1.00	1.68	
183	Péndolas de Acero con Socket	1.53	1.00	1.53	
355	Guardavías	4.00	0.60	2.40	
401	Márgenes de Río	3.00	0.40	1.20	
134	Muro con Contrafuerte	1.43	1.00	1.43	
117	Arriostre de Acero	1.48	1.00	1.48	
185	Vigas de Rigidez	1.28	1.00	1.28	
161	Vigas Transversales de Acero	1.36	1.00	1.36	
311	Veredas de Concreto	1.53	0.60	0.92	
181	Cámara de Anclaje	1.36	1.00	1.36	

Fuente: Elaboración Propia

El valor obtenido se busca en los rangos de condición y se establece la condición general del puente

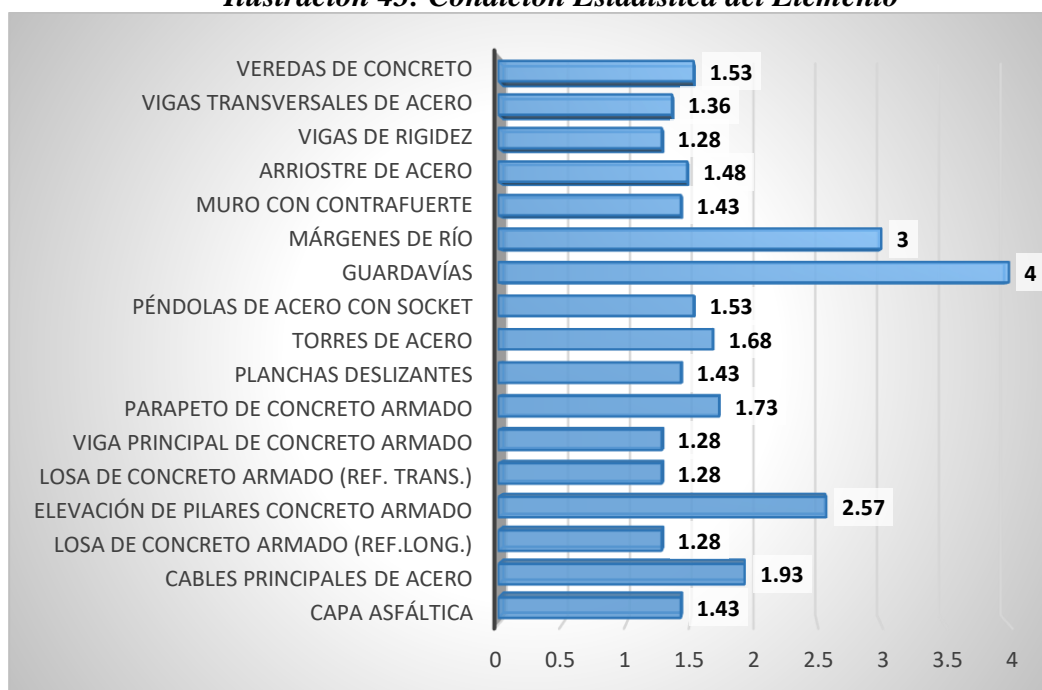
Tabla 34: Calificación y Rango de Condición

Analizando los grados de deterioro de los elementos inspeccionados se encontró que la condición estadística del puente Picota es 3.10, encontrándose en Mala Condición	Calificación		Rango Condición
	0	Muy Bueno	0.00-0.99
	1	Bueno	1.00-1.99
	2	Regular	2.00-2.99
	3	Malo	3.00-3.99
	4	Muy Malo	4.00-4.99
5	Pésimo	5.00-5.99	

Fuente: Elaboración Propia

La siguiente grafica nos muestra la condición estadística del daño que presenta cada elemento del puente, en el podemos apreciar que el elemento de mayor patología es Elevación de Pilares de Concreto Armado. Con un nivel de severidad de daño 2.57 encontrándose en el rango de la condición entre 2.00-2.99 según la condición y calificación para puentes.

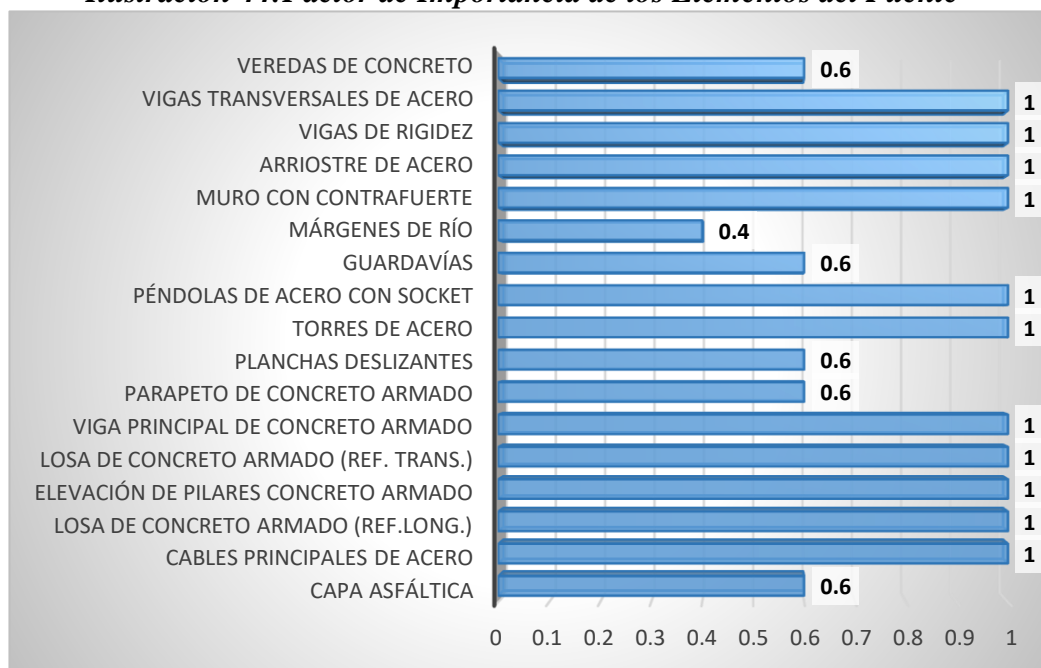
Ilustración 43: Condición Estadística del Elemento



Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente grafica muestra el factor de importancia de cada elemento lo que está plasmada en la ficha técnica del MTC.

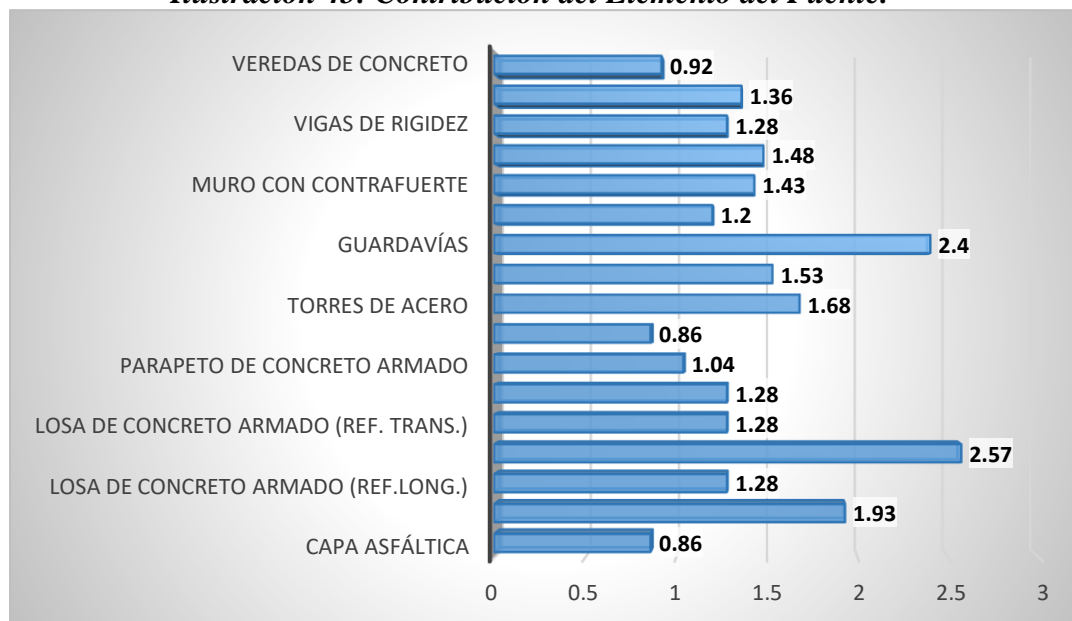
Ilustración 44: Factor de Importancia de los Elementos del Puente



Fuente: Elaboración Propia

En la presente grafica se observa la contribución del elemento del puente. Lo cual resulta del siguiente procedimiento. Multiplicando la condición estadística del elemento por el factor de importancia de cada elemento del puente y como resultado nos da la contribución de cada elemento

Ilustración 45: Contribución del Elemento del Puente.



Fuente: Elaboración Propia

3.2.4. PROPUESTA DE MANTENIMIENTO

PRESUPUESTO DE OBRA

OBRA: MANTENIMIENTO DEL PUENTE PICOTA (PRESUPUESTO REFERENCIAL)

FECHA: ABRIL DEL 2020

PART.	DESCRIPCION	UNID	METRADO	P.UNIT.	P.PARC.	TOTAL
1.0	MANTENIMIENTO PREVENTIVO					
1.1.3	ELEMENTOS					4,011,648.70
1.1.3.1	Capa de asfalto (reposición)	M2	1584.00	105.98	167,872.32	
1.1.3.2	Cables principales (limpieza, aplicación de pintura y revestimiento de protección)	ML	4160.00	113.50	472,160.00	
1.1.3.3	Losa de concreto armado (refuerzo longitudinal) (limpieza e impermeabilización)	M3	316.80	1,772.24	561,445.63	
1.1.3.4	Pilares de concreto armado (resane y reposición parcial)	Und.	2.00	4,500.52	9,001.04	
1.1.3.5	Losa de concreto armado (refuerzo transversal) (limpieza e impermeabilización)	M3	28.80	3,668.32	105,647.62	
1.1.3.6	Viga principal de concreto armado (limpieza y resane)	M3	18.00	5,788.56	104,194.08	
1.1.3.7	Parapeto de concreto armado (limpieza, resane e impermeabilización)	ML	40.00	1,852.24	74,089.60	
1.1.3.8	Planchas deslizantes (limpieza, resane y revestimiento)	ML	28.00	888.85	24,887.80	
1.1.3.9	Torre de acero (limpieza y aplicación de pintura)	Und.	2.00	1,500.66	3,001.32	
1.1.3.10	Péndolas de acero con sockets (limpieza y aplicación de pintura)	Glb	1.00	1,880.00	1,880.00	
1.1.3.11	Guardavías (renovación)	ML	40.00	176.99	7,079.60	
1.1.3.12	Márgenes del río (obras de protección simple)	ML	40.00	436.26	17,450.40	
1.1.3.13	Muro con contrafuerte (limpieza e impermeabilización)	M3	27.00	1,500.25	40,506.75	
1.1.3.14	Arriostres de acero (limpieza y aplicación de pintura)	ML	484.00	3,555.30	1,720,765.20	
1.1.3.15	Vigas de rigidez (limpieza y aplicación de pintura)	ML	440.00	800.30	352,132.00	
1.1.3.16	Vigas transversales (limpieza y aplicación de pintura)	ML	739.20	452.27	334,317.98	
1.1.3.17	Veredas de concreto (limpieza y resane)	M2	264.00	42.49	11,217.36	
1.1.3.18	Cámara de Anclaje (limpieza e impermeabilización)	Und.	4.00	1,000.00	4,000.00	

Fuente: Elaboración propia

COSTO DIRECTO	4,011,648.70
GASTOS GENERALES (10%)	401,164.87
<u>UTILIDAD(10%)</u>	<u>280,815.41</u>
SUB TOTAL	4,663,628.98
<u>IGV (18%)</u>	<u>844,853.22</u>
COSTO TOTAL	5,538,482.20
SUPERVISION(4%)	221,539.29
<u>LIQUIDACIÓN (1%)</u>	<u>55,384.82</u>
COSTO TOTAL DEL MATENIMIENTO	5,815,406.31

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES:

En la presente tesis, DIAGNÓSTICO DE PATOLOGÍAS Y SU INCIDENCIA EN UNA PROPUESTA DE MANTENIMIENTO DEL PUENTE PICOTA, PROVINCIA DE PICOTA, DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN, luego de los análisis realizados en las fichas del SCAP y obtenidos los resultados se concluye lo siguiente:

1. Se determinó las siguientes patologías y su incidencia:

- **Capa Asfáltica** (Condición estadística de 1.43, donde presenta Desgaste Superficial 96%, Fisuras <1.5 mm 1%, Desgaste Superficial con exposición de agregados 3%)
- **Cables Principales** (Condición estadística de 1.93, donde presenta Desgaste 95%, Oxidación Intermedia 3%, Perdida de sección 2%).
- **Losa de Concreto Armado Refuerzo Longitudinal** (Condición estadística de 1.28, donde presenta Decoloración 89%, Eflorescencia 9%, Fisuras <1.5 mm 2%)
- **Elevación de Pilares Concreto Armado** (Condición estadística de 2.57, donde presenta Eflorescencia 80%, Desgaste por efecto de intemperismo 8%, Fisuras <1.5 mm 2%, Socavación 10%)
- **Losa de Concreto Armado Refuerzo Transversal** (Condición estadística de 1.28, donde presenta Decoloración 68%, Eflorescencia 30%, Fisuras <1.5 mm 2%)
- **Viga Principal de Concreto Armado** (Condición estadística de 1.28, donde presenta Eflorescencia 80%, Desgaste por efecto de intemper. 18%, Fisuras <1.5 mm 2%)
- **Parapeto de Concreto Armado** (Condición estadística de 1.73, donde presenta Eflorescencia 85%, Desgaste por efecto de intemper. 11%, Fisuras <1.5 mm 3%, Delaminación con Exposición de Acero 1%)

- **Planchas Deslizantes** (Condición estadística de 1.43, donde presenta Oxidación Superficial 96%, Corrosión con Picaduras 4%)
- **Torres de Acero** (Condición estadística de 1.68, donde presenta Oxidación Superficial 30%, Perdida de Pintura 60%, Corrosión Superficial 10%)
- **Péndolas de Acero con Socket** (Condición estadística de 1.53, donde presenta Oxidación Superficial 40%, Perdida de Pintura 54%, Corrosión Superficial 6%)
- **Guardavías** (Condición estadística de 4, Derruido 100%)
- **Márgenes de Río** (Condición estadística de 3, donde presenta Socavación General del Cauce 50%, Erosión de las Márgenes del Río 30%, Colapso de las Estructuras de Protección 20%)
- **Muro con Contrafuerte** (Condición estadística de 1.48, donde presenta Eflorescencia 21%, Desgaste por efecto de intemper. 75%, Fisuras <1.5 mm 4%)
- **Arriostre de Acero** (Condición estadística de 1.48, donde presenta Oxidación Superficial 35%, Perdida de Pintura 60%, Corrosión Superficial 5%)
- **Vigas de Rigidez** (Condición estadística de 1.28, donde presenta Oxidación Superficial 36%, Perdida de Pintura 62%, Corrosión Superficial 2%)
- **Vigas Transversales** (Condición estadística de 1.36, donde presenta Oxidación Superficial 32%, Pérdida de Pintura 65%, Corrosión Superficial 3%)
- **Veredas de Concreto** (Condición estadística de 1.53, donde presenta Eflorescencia 45%, Desgaste por efecto de intemperismo 49%, Fisuras <1.5 mm 6%)

- **Cámara de Anclaje** (Condición estadística de 1.36, donde presenta, Eflorescencia 50%, Desgaste por efecto de intemperismo 47%, Fisuras <1.5 mm 3%)
2. La patología más predominante en grado de severidad fue en el elemento Elevación de Pilares de Concreto Armado con mayor contribución estadística de 2.57, donde el 80% presenta eflorescencia, el 8% desgaste por efecto de intemperismo, el 2% fisuras < 1.5 mm y el 10% socavación.
 3. Analizando los grados de deterioro de los elementos inspeccionados se concluyó, que la condición estadística del puente Picota es 3.16, encontrándose en Mala Condición, por lo que se requiere una intervención de mantenimiento urgente.

4.2. RECOMENDACIONES:

Se realiza las siguientes recomendaciones de acuerdo a la condición global del Puente Picota y teniendo en cuenta el tipo de patología.

- Teniendo en cuenta que la patología con mayor porcentaje es, pérdida de pintura, decoloración, y oxidación, se sugiere la aplicación de una nueva capa de pintura de acuerdo al siguiente procedimiento: en primer lugar, debe pasar por un proceso de arenado tipo industrial SSPC-SP-5, previo a la pintura. La pintura constara de 3 capas, la primera capa: pintura epóxica anticorrosiva Zinc Clad de Sherwin-Williams o similar, el espesor de la pintura seca debe ser 2.0 mils. mínimo. La segunda capa debe ser pintura epóxica Macropoxi 646 de sherwin Williams o similar, el espesor de la pintura seca debe ser 4 mils mínimo. La tercera capa debe ser pintura epóxica Sumatane HS de Sherwin Williams o similar con espesor mínimo de pintura seca 3 mils. Este tratamiento ayudará a proteger la estructura de los efectos del intemperismo.
- Para la delaminación con exposición de acero se sugiere resane con aditivo y curado del acero expuesto.

- En el caso de los guardavías se recomienda el remplazo total de este elemento del puente.
- Para el desgaste superficial de la capa de asfalto se recomienda la rehabilitación de la vía mediante un tratamiento superficial y pintura nueva para señalización horizontal.
- Mantenimiento periódico preventivo de la estructura del Puente Picota e implementar alternativas de solución para garantizar la vida útil y el nivel de serviciabilidad de la vía.
- Se recomienda la utilización de una hidro lavadora para la eliminación de la eflorescencia presente en las estructuras de concreto armado.

CAPITULO V: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arbito, Gerardo. Repositorio: UNIVERSIDAD DE CUENCA. MAESTRÍA EN CONSTRUCCIONES SEGUNDA EDICIÓN. Trabajo de investigación titulado: “CONCRETO CELULAR PARA USO ESTRUCTURAL”. (Tesis Maestría). Universidad de Cuenca, Cuenca. Ecuador. 2016.
- Bazán, Yerson. Repositorio: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA. Trabajo de investigación titulado: “FALLAS ESTRUCTURALES DEL PUENTE CHACARUME, CELENDÍN; SEGÚN LA DIRECTIVA N° 01-2006-MTC/14, DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - 2014”. CAJAMARCA
- Castellanos, Raul. Repositorio: UNIVERSIDAD DE CARTAGENA. Trabajo de investigación titulado: “PROPUESTA DE UN MODELO PARA LA EVALUACIÓN DE LOS PUENTES METÁLICOS - 2009”, UNIVERSIDAD DEL ORIENTE, Santiago de Cuba.
- Farfán, Luz. Repositorio: UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHIMBOTE. Trabajo de investigación titulado: “EVALUACIÓN Y DETERMINACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS EN LA ESTRUCTURA DEL PUENTE SULLANA RUTA PE-01N KM. 2+107, PROVINCIA DE SULLANA, DEPARTAMENTO DE PIURA”- 2018. PIURA
- Lazo Arroya, Jaime. Repositorio: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Tesis: “DISEÑO DE CONCRETO CELULAR PARA DIFERENTES DENSIDADES, ANÁLISIS DE SUS PROPIEDADES Y SUS APLICACIONES” 2017.
- Martínez, Javier, Trabajo de investigación titulado: “EVALUACIÓN, PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DEL PUENTE SOBRE EL CAÑO EL ZAPATERO A LA ENTRADA DE LA ESCUELA NAVAL ALMIRANTE PADILLA – 2016”, (Tesis Doctoral).
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones República del Perú (MTC). Guía Para Inspección De Puentes.2006

- Ministerio de Transportes y Comunicaciones República del Perú (MTC). Manual de Puentes.2018.
- Pecho, Yonel. Repositorio: UNIVERSIDAD DE PIURA. Trabajo de investigación titulado: "IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE PUENTES EN EL PERÚ - 2017". PIURA
- Río Bueno, Alfonso. Repositorio: Universidad Politécnica de Madrid: Trabajo de Investigación Titulado: Patología, Reparación Y Refuerzo De Estructuras De Hormigón Armado De Edificación
- Saenz, Richard. Repositorio: UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE. Trabajo de investigación titulado: "LA EVALUACIÓN PRELIMINAR DEL PUENTE CHILLÓN Km. 24+239. CARRETERA PANAMERICANA NORTE HABICH – INTERCAMBIO VIAL ANCÓN, PARA POSIBLE INTERVENCIÓN PREVENTIVA - 2016". LIMA
- Serpa, Maria y Samper Lina. Repositorio: UNIVERSIDAD DE CARTAGENA. Trabajo de investigación titulado: "EVALUACIÓN, DIAGNÓSTICO, PATOLOGÍA Y PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DEL PUENTE SOBRE EL CAÑO EL ZAPATERO A LA ENTRADA DE LA ESCUELA NAVAL ALMIRANTE PADILLA - 2014", Cartagena.

CAPÍTULO VI: ANEXOS

Panel Fotográfico



Foto 1: Vista Frontal de la torre de la margen derecha del Puente Picota.



Foto 2: Vista de los cables principales de acero del Puente Picota.



Foto 3: Vista Frontal de la torre de la margen izquierda del Puente Picota.



Foto 4: Vista del puente Picota aguas arriba.



Foto 5: Vista aérea en planta del puente Picota.



Foto 6: Vista aérea aguas arriba del puente Picota.



Foto 7: Vista aérea de los cables principales del puente Picota.



Foto 8: Vista aérea de los cables principales del puente Picota.



Foto 9: Vista aérea de los cables principales y péndolas del puente Picota.

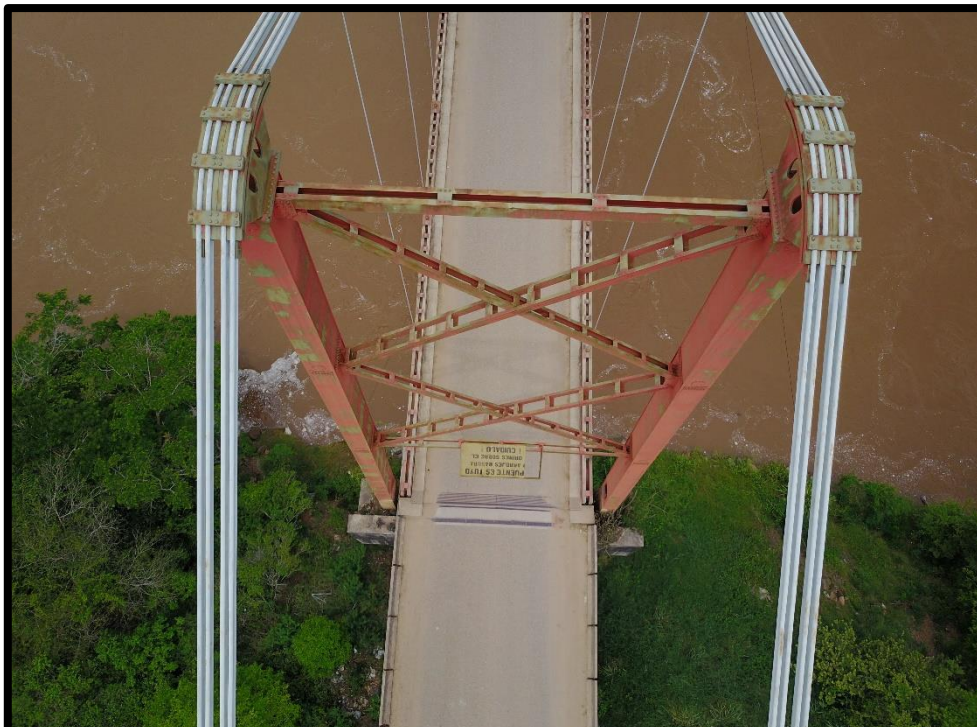


Foto 10: Vista aérea en planta de la torre del puente Picota.